

## Tien suuntauksen suunnittelu





# Tien suuntauksen suunnittelu

Liikenneviraston ohjeita 30/2013

*Kannen kuva: Ari Liimatainen*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-340-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000



Suunnitelun ohjaus

Vastaanottaja

Liikennevirasto, ELY-keskukset / liikenne ja infrastruktuuri

Säädösperusta

Laki Liikennevirastosta 2.1 §

Korvaa

TVL Teiden suunnittelu, luku III 2. Tien suuntauksen suunnittelu

Tien geometrian parantaminen, ohjeluonnos (TVH 722333)

Tien sovittaminen maisemaan - Ohje tiensuunnittelijoille (TIEL 2110009)

Parannettavien pääteiden suuntaus (TIEL 4000212)

Voimassa

1.8.2013 - toistaiseksi

Kohdistuvuus

Liikennevirasto, ELY-keskusten L-vastuualueet

Asiasanat: Liikennesuunnittelu, liikennetekniikka, linjaus, tasaus, tie

## Tien suuntauksen suunnittelu

Tien suuntauksen suunnitteluohje koskee maanteitä sekä maaseutu- että taajamaympäristössä. Ohjetta on noudatettava suunniteltaessa uusien tai parannettavien maaseututeiden sekä maaseututaajamien ja taajama-alueiden maanteiden suuntausta sekä näitä teitä rakennettaessa ja parannettaessa.

Ohje kattaa suuntauksen suunnittelun keskeiset osa-alueet. Ohjeessa käsitellään suuntauksen suunnittelun yleisperiaatteet, suunnittelu- ja mitoituslähtökohdat, tien ympäristöön sovittaminen, näkemä- ja näkemäalue määräykset sekä yksityiskohtainen geometrinen suunnittelu. Näkemien ja näkemäalueiden osalta ohje täydentää Liikenne- ja viestintäministeriön asetusta näkemäalueista (65/2011).

Ohje täydentää suuntauksen suunnittelun osalta seuraavia ohjeita:

- Pääväylät kaupunkialueilla - Yleiset suunnitteluperiaatteet (TIEL 2130011)
- Taajamien keskustateiden suunnittelu (TIEL 2110007)

Ohjetta voidaan käyttää soveltuvin osin kaupunkialueiden maanteiden sekä kuntien pääkatujen ja muiden vilkasliikenteisten katujen suunnittelussa.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Yksikön päällikkö



Päivi Nuutinen

TIEDOKSI

LISÄTIETOJA

Jorma Saarelainen

Liikennevirasto

puh. 0295 34 3604

Tiekonsultit

## Esipuhe

Liikenneviraston laatimassa maanteiden suuntauksen suunnitteluohjeessa käsitellään sekä maaseututeiden että taajamaympäristön teiden suunnitteluperiaatteita ja teknistä mitoittamista. Ohjeessa on otettu huomioon aikaisemman suuntauksen suunnitteluohjeen laatimisen jälkeen tapahtunut tieluokituksen muutos, ajoneuvolainsäädännön ja -mitoituksen muutoksista johtuvat tarkistustarpeet sekä uusien tietyyppien mm. keskikaideteiden suunnittelulle asetamat vaatimukset.

Maaseututeiden suuntauksen suunnittelussa on geometrisen mitoituksen minimivaatimusten osalta käytössä tieluokasta ja suunnittelutapauksesta riippuvat kaksi suunnitteluluokkaa. Taajamaympäristön väylien suuntaus suunnitellaan kolmiportaisen laatuluokituksen mukaisesti.

Ohjeessa ei käsitellä suuntauksen suunnittelun työvaiheita. Niiden osalta noudatetaan erillisiä tiesuunnitelmien toimintaohjeita.

Ohjeen on pääosin laatinut Jorma Saarelainen Liikennevirastosta. Tien sovitamista ympäristöön koskevan luvun laatimiseen ovat osallistuneet Ulla Loukkanenhuhta, Eevaliisa Härö ja Ralf Granlund Ramboll Oy:stä, Paavo Mero Sito Oy:stä sekä Matti Hämäläinen ja Matti Ryynänen Liikennevirastosta.

Helsingissä heinäkuussa 2013

Liikennevirasto  
Suunnittelun ohjausyksikkö

## Sisältö

1	SUUNTAUKSEN SUUNNITTELUN YLEISPERIAATTEET .....	7
2	SUUNNITTELU- JA MITOITUSPERUSTEET .....	8
2.1	Ohje-, enimmäis- ja vähimmäisarvot sekä laatuluokitus .....	8
2.2	Mitoitusajoneuvot .....	9
2.3	Ajotekniset perusarvot .....	11
2.3.1	Suunnittelu- ja mitoitusnopeus .....	11
2.3.2	Reaktioaika .....	11
2.3.3	Kitka .....	11
2.3.4	Silmäpisteen korkeus ja näkemäkulma .....	12
2.3.5	Ajovalojen korkeus ja valaisukulma .....	12
2.3.6	Esteen korkeus .....	13
2.3.7	Kiihtyvyys ja hidastuvuus .....	13
2.3.8	Pysty- ja sivukiihtyvyys .....	14
2.3.9	Nousuviiste ja kulmanopeus .....	15
3	TIEN SOVITTAMINEN YMPÄRISTÖÖN .....	16
3.1	Lähtökohdat .....	16
3.2	Esiselvitykset .....	17
3.3	Yleissuunnitelma .....	18
3.4	Tiesuunnitelma .....	24
3.5	Rakennussuunnitelma .....	25
3.6	Sillat .....	25
3.7	Tunnelit .....	26
4	NÄKEMÄT JA NÄKEMÄALUEET .....	29
4.1	Yleistä .....	29
4.2	Pysähtymisnäkemä .....	29
4.3	Kohtaamisnäkemä .....	30
4.4	Ohitusnäkemä .....	30
4.5	Liittymisnäkemä .....	31
4.6	Päätöksentekonäkemä .....	31
4.7	Näkemäalueet .....	32
5	GEOMETRINEN SUUNNITTELU .....	33
5.1	Lähtökohdat .....	33
5.2	Linjaus .....	33
5.2.1	Yleiset mitoituseriaatteet .....	33
5.2.2	Tielinjan elementit .....	33
5.2.3	Tielinjan elementtiyhdistelmät teillä .....	40
5.2.4	Tielinjan elementtiyhdistelmät silloilla .....	41
5.3	Tasaus .....	41
5.3.1	Yleiset mitoituseriaatteet .....	41
5.3.2	Tasausviivan elementit .....	41
5.3.3	Elementtiyhdistelmät ja pituuskaltevuus .....	45
5.4	Sivu- ja viettokaltevuus .....	47
5.5	Poikkileikkauksen muutokset .....	53
5.5.1	Yleistä .....	53
5.5.2	Tie- ja poikkileikkaustyyppien muutokohdan suunnittelu .....	53
5.5.3	Ajoradan kaarrelevennys .....	55
5.5.4	Kaksiajorataisen tien keskikaistan muutokset .....	56
5.6	Optinen ohjaus ja joustavuus .....	56

**LIITTEET**

- Liite 1 Mitoituspysähtymismatkat tien eri pituuskaltevuuksilla
- Liite 2 Näkemien toteaminen
- Liite 3 Kohtaamisnäkemän ohje- ja vähimmäisarvojen mukaiset  
kaarresäteet eri suunnittelunopeuksilla ja näkemäesteen  
sijainneilla
- Liite 4 Päätöksentekonäkemän ohje- ja vähimmäisarvojen mukaiset  
kaarresäteet eri suunnittelunopeuksilla ja näkemäesteen  
sijainneilla
- Liite 5 Klotoidin geometriset mitoitusarvot

# 1 SUUNTAUKSEN SUUNNITTELUN YLEISPERIAATTEET

Tien suuntauksen suunnittelulla tarkoitetaan tien sijainnin ja sen geometrisen muodon suunnittelua. Suuntauksen suunnittelussa tie sovitaan maastoon ja tiegeometria suunnitellaan siten, että tie täyttää mahdollisimman hyvin ympäristö-, liikennöitävyys-, liikenneturvallisuus- sekä taloudellisuustavoitteet. Suuntauksen suunnittelun päätehtävät ovat:

- tien sovittaminen ympäristöön ja maastoon ottaen huomioon maisema, luonto ja maankäyttö
- tien vaaka- ja pystygeometrian suunnittelu liikenteelliset, tietyyppi-, liittymäpaikka- ja ajodynaamiset tekijät huomioon ottaen

Suuntauksen suunnittelun tavoitteena on tieverkkoliset sekä tie- ja liikennetekniset tavoitteet täyttävä, linjaukseltaan, tasaukseltaan ja liittymäratkaisultaan turvallinen sekä maisemaan ja ympäristöön hyvin sopiva tie. Tien suuntaus on muutenkin suunniteltava rakentamis- ja ajokustannukset optimoiden niin, että tie on mahdollista tehdä rakentamisteknisesti ja -taloudellisesti edullisesti. Huomioon otettavia tekijöitä ovat tien liikennemäärä, vaihteittain rakentaminen ja se, parannetaanko nykyistä tietä vai suunnitellaan-ko uusi tieyhteys.

Suuntauksen suunnittelussa otetaan huomioon toiminnallinen yhdenmukaisuus. Toiminnallisella yhdenmukaisuudella tarkoitetaan tiejärjestelyjen perusratkaisujen ja mitoituksen samankaltaisuutta luonteeltaan yhtäläisillä teillä ja tieosuuksilla. Tavoitteena on hyvä ajodynamiikka, jolloin tiellä on miellyttävää ja turvallista ajaa, tielinjaus on luonteva ja joustava, eikä siinä tapahdu äkillisiä tai yllättäviä muutoksia. Tiegeometrian tulee täyttää suunnittelu- ja mitoitusnopeuksia, näkemiä ja tietyyppejä koskevat mitoitusvaatimukset. Tiegeometrian on toisaalta vastattava ja tuettava valittuja suunnittelu- ja mitoitusnopeuksia.

Suuntaus suunnitellaan niin, että tie palvelee olemassa olevaa ja suunniteltua maankäyttöä ja tie on sopusoinnussa ympäristönsä kanssa. Tien ja liikenteen aiheuttamat haitat pyritään minimoimaan. Maisemaan sopiva tie noudattaa maaston rytmiä ja suuntautuneisuutta eli myötäilee maaston muotoja.

Suuntauksen suunnittelussa otetaan huomioon tekniset toteuttamismahdollisuudet ja rakentamistalous. Näihin vaikuttavat ratkaisevasti maasto- ja maaperäolosuhteet. Tie pyritään sijoittamaan topografialtaan ja maaperäolosuhteiltaan edullisiin maastonkohtiin niin, että ole-massa olevien rakennusten ja rakenteiden purkamiselta ja siirtämiseltä vältetään. Hyvät rakentamis- ja perustamisolosuhteet vähentävät pohjanvahvistusten tarvetta.

Tien sijoittamista tunneliin harkittaessa tulee jo tieverkon jäsentelyllä ja väylien sijoittelulla etsiä tunnelin toiminnallisen ja rakenteellisen sijoittamisen kannalta suotuisat maa- ja kallioperäolosuhteet sekä tunnelin suuntaus.

Rakentamistaloudellisesti on edullista, että maa-ainesten ja louheen siirtotöiden määrä ja kustannukset ovat pieniä. Tavoitteita ovat leikkausmassojen tehokas hyödyntäminen ja lyhyet kuljetusmatkat. Suuntauksen suunnittelulla pyritään välttämään leikkaukset rakennusaineeksi kelpaamattomassa maaperässä. Joskus tie kannattaa sijoittaa tarkoituksellisesti kallio- tai maaleikkaukseen, jolloin saadaan hankkeen rakentamiseen ja jatkojalostukseen soveltuvaa kivi- ja maa-ainesta.

Suuntaus suunnitellaan eri alojen asiantuntijoiden yhteistyönä. Yhteistyö korostuu uuden tien suunnittelussa, jolloin linjausvaihtoehtoja on yleensä nykyisen tien parantamista enemmän. Tie- ja liikennesuunnittelija vastaa tien geometrian ja liittymäpaikkojen suunnittelusta ja mitoituksesta. Maankäytön suunnittelija valvoo ja ohjaa tien sovittamista nykyiseen ja suunniteltuun maankäyttöön. Ympäristösuunnittelija ohjaa tien sovittamista maisemaan ja luontoympäristöön.

Suuntauksen suunnittelua tapahtuu tien suunnittelun kaikissa vaiheissa ja se tarkentuu esiselvityksistä tie- ja rakennussuunnitelmaan edettäessä. Suuntauksen suunnittelu jaetaan suunnittelutarkkuuden perusteella karkeasti pääsuunnan suunnitteluun, yleissuunnitteluun ja yksityiskohtaiseen suunnitteluun.

Tien pääsuunta ratkaistaan yleensä yleissuunnitelmaa edeltävissä esiselvitysvaiheissa. Niitä ovat mm. pääsuunta-, tarve- ja toimenpideselvitykset.

Suuntauksen yleissuunnittelu tapahtuu pääasiassa tien yleissuunnitelman laadinnan yhteydessä. Yleissuunnittelun aikana muodostetaan tielle suuntausvaihtoehtoja, tutkitaan vaihtoehtojen vaikutuksia ja kustannuksia sekä vertaillaan eri vaihtoehtoja keskenään. Vertailun pohjalta valitaan viimeisteltävä vaihtoehto, joka suunnitellaan yleissuunnitelmatarkkuuteen. Yleissuunnittelussa ei yleensä tehdä vielä yksityiskohtais-

ta suunnittelua, vaan keskitytään vaihtoehtojen vertailun kannalta keskeisiin asioihin.

Suuntauksen yksityiskohtainen suunnittelu tapahtuu tie- ja rakennussuunnitelmien laatimisvaiheessa. Tällöin tehdään hyväksytyn yleissuunnitelman pohjalta, mikäli sellainen on aikaisemmin laadittu, tien yksityiskohtainen mitoitus.

## 2 SUUNNITTELU- JA MITOITUSPERUSTEET

### 2.1 Ohje-, enimmäis- ja vähimmäisarvot sekä laatuluokitus

Liikenneväylien suunnittelu- ja mitoitusperusteet sekä niiden perusarvot määräytyvät tien merkityksen, tietyytin, liikennemäärän, liikenteen luonteen ja koostumuksen, paikallisten olosuhteiden sekä suunnittelunopeuden perusteella. Tien suuntauksen suunnittelun perusarvojen tulee olla sellaisia, että niiden mukainen tien geometria mahdollistaa ajoneuvojen turvallisen liikennöinnin halutulla nopeustasolla. Tämä edellyttää mm.

- näkemiä, jotka mahdollistavat ajoradalla olevan ajoesteen sivuuttamisen tai ajoneuvon pysäyttämisen ennen sitä sekä tietyillä tietyyteillä lisäksi kohtaavien ajoneuvojen pysäyttämisen ennen yhteenajoa
- riittäviä ohitusnäkemä- ja ohituskaistajärjestelyjä

- pieniä kuljettajaan vaikuttavia voimia ja voimien muutoksia (ajodynaamiset tekijät)

Teiden kulkukelpoisuutta, turvallisuutta, palvelutasoa, ulkonäköä ja viihtyisyyttä arvioidaan geometrisessa suunnittelussa normaalisti tarkastelemalla yksittäisiä suunnitteluelementtejä kuten kaarre- ja pyörityssäteitä, pituuskaltevuuksia, poikkileikkauksia jne. Maaseututeiden suuntausgeometrialle ja suuntauksen suunnittelun mitoitusperusteiden perusarvoille tielinjalla sekä liittymien kohdalla asetettavat eri suunnitteluluokkien minimivaatimukset ilmoitetaan liikenneteknisen vaikutuksensa perusteella ohjearvoina ja vähimmäis- tai enimmäisarvoina. Taajamaympäristössä käytetään vastaavasti kolmiportaista laatuluokitusta *taulukon 2.1* mukaisesti.

*Taulukko 2.1: Suuntauksen suunnittelun ohje-, vähimmäis- ja enimmäisarvot sekä laatuluokitus*

Mitoitusperusteen perusarvo tai suuntauselementin arvo	Kuvaus
Ohjearvo Hyvä	Mitoitusperusteen ohjearvon tai taajamaympäristössä hyvän arvon perusteella mitoitettulla tiellä voi liikenne edetä joustavasti ja turvallisesti, jos myös muiden mitoitusperusteiden arvot on valittu ohjearvon tai hyvän arvon mukaan.
Vähimmäisarvo Enimmäisarvo Tyydyttävä	Mitoitusperusteiden vähimmäis-, enimmäis- tai taajamaympäristössä tyydyttävien arvojen mukaan mitoitettulla tiellä joutuu ajoneuvon kuljettaja keskittymään enemmän ajosuoritukseen. Kuljettajaan sekä muihin matkustajiin kohdistuu suurempia voimavaikutuksia kuin ohjearvojen tai hyvien arvojen mukaisesti mitoitettulla tiellä.
Välttävä	Mitoitusperusteiden välttävien arvojen mukaisesti mitoitettulla tiellä joutuu ajoneuvon kuljettaja reagoimaan nopeasti liikennetilanteisiin. Linja-autossa seisovien matkustajien onnettomuusriski on olemassa.

Moottori- ja moottoriliikenneteiden suuntaus, näkemät ja näkemäalueet suunnitellaan paikalla parantamisen poikkeustapauksia lukuun ottamatta aina ohjearvovaatimusten ja taajamaympäristössä hyvän laatuluokan mukaisesti.

Muiden uusien ja uudelle tielinjalle parannettavien maaseututeiden sekä mahdollisuuksien mukaan myös paikalleen parannettavien maaseututeiden näkemät, näkemäalueet ja suuntaus suunnitellaan ohjearvovaatimusten mukaisesti. Ohjearvoisella tiegeometrialla otetaan parhaiten huomioon erilaiset kuljettajat, heidän ajotapansa ja suorituskykynsä, vireystilasta johtuvat suorituskyvyn vaihtelut sekä keliolosuhteiden vaihtelut. Läkkäiden osuus väestössä lisääntyy merkittävästi lähivuosikymmeninä ja heidän selviytymistään liikenteessä voidaan parantaa joustavalla teiden suunnittelulla.

Paikalla parannettavien maaseututeiden suuntaus voidaan kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi tai muiden erityisten syiden takia suunnitella tarvittavilta kohdin ja osin vähimmäis- tai enimmäisvaatimusten mukaisena. Tällaisia paikkoja ovat esim. keskikaiteellisiksi muutettavat tienkohdat, joissa jo vähimmäisnäkemävaatimukset edellyttävät korkeatasoista linjausgeometriaa, mutta linjaus jää tällöin näkemien takia kokonaisuutena kuitenkin vain vähimmäistasoiseksi. Suunnittelussa tulisi kuitenkin pyrkiä mahdollisuuksien mukaan ensisijaisesti ohjeelliseen tasausgeometriaan, jos linjausgeometria joudutaan suunnittelemaan vähimmäistasoisena ja päinvastoin. Vähimmäis- tai enimmäisvaatimusten mukaisen suuntauksen käyttö paikalla parannettaessa on seutu- ja yhdysteillä sallittua myös silloin, kun muilla toimenpiteillä voidaan varmistaa suurimpien esiintyvien nopeuksien säilyminen nopeusrajoituksen suuruisina.

Taajamateiden suuntaus suunnitellaan paikasta ja paikallisista olosuhteista riippuen joko hyvän tai tyydyttävän laatuluokan mukaiseksi. Kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi tai muiden erityisten syiden takia voidaan hyväksyä välttämätön suuntausgeometria. Välttävää suuntausta ei kuitenkaan pitäisi suunnitella teille, jotka ovat vilkkailla linja-autoliikenteen reiteillä.

## 2.2 Mitoitusajoneuvot

Tieliikenteessä käytettävät erilaiset ajoneuvot luokitellaan tien geometrian suunnittelua varten mitoitusajoneuvoiksi. Kukin mitoitusajoneuvo edustaa ryhmänsä suurimpia sallittuja, suositeltuja tai olemassa olevia ja samalla eniten tilaa vaativia ajoneuvoja tai on muuten mitoiltaan riittävän suuri edustamaan valtaosaa kyseisen ryhmän ajoneuvoista. Suuntauksen suunnittelussa mitoitusajoneuvolla tarkoitetaan ajoneuvoa tai ajoneuvoyhdistelmää, jolle tiegeometria ja näkemät sekä näkemäalueet mitoitetaan.

Tieliikenteen ajoneuvoja koskevat keskeiset säännökset on annettu ajoneuvolaissa (1090/02), Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) asetuksessa autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista (1248/02) sekä asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/92). Ajoneuvolaissa ja rakenneasetuksessa säädetään mm. mitoitusajoneuvoluokituksen lähtökohdana oleva ajoneuvojen perus- ja alaluokitus. Käyttöasetuksessa määritetään ajoneuvojen mitoituksessa ja tiensuunnittelussa tarpeelliset auton, perävaunun ja niiden yhdistelmien suurimmat sallitut pituudet sekä muut päämitat. Lisäksi annetaan ajoneuvomitoitukseen ja sitä kautta tien suunnitteluun vaikuttavat vaatimukset ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien kääntyvyyksille.

Kuvassa 2.1 on esitetty tien suunnittelun mitoitusajoneuvot ja niiden ajoneuvolainsäädäntöön ja käytännön ajoneuvoihin pohjautuvat päämitat. Suuntauksen suunnittelun päämitoitusajoneuvot ovat moduulirekka (Kam) ja sitä lyhyempi perävaunullinen kuorma-auto (Kap), linja-autot (La, Lat) sekä henkilöauto (Ha). Muuta kuin kuvassa esitettyä ajoneuvoa tai ajoneuvoyhdistelmää edustaa tarvittaessa kokonaispituudeltaan vastaava kuvan mitoitusajoneuvo. Esimerkiksi tiehöylää vastaava mitoitusajoneuvo on yleensä linja-auto ja muita kunnossapitokoneita vastaava on kuorma-auto.

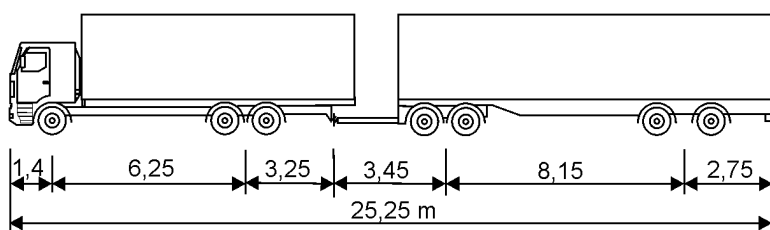
Moduulirekka ja perävaunullinen kuorma-auto ovat mitoitusajoneuvoja teiden pienisäteisten kaarteiden kaarrelevennyksiä mitoitettaessa. Ne mitoittavat linja-autojen ohella suurimmat sallitut pituuskaltevuudet teiden linjaosuuksilla ja liittymäkohdissa.

Linja-auto on mitoitussajoneuvo joukkoliikenteen näkemiä ja tietasausta taajama-alueille suunniteltaessa. Linja-auto mitoitaa myös ajoradan linja-osuuden ja liittymäkohtien suurimman sallitun pituuskaltevuuden. Telilinja-auto mitoitaa joukkoliikenteen tarvitsemat tielinjan pienisäteisten kaarteiden kaarrelevennykset.

Kuorma-auto on mitoitussajoneuvo tunnelien ja vastaavien koveria pyöristyskaarien säteitä mitoitettaessa (yläpuoliset näkemäesteet).

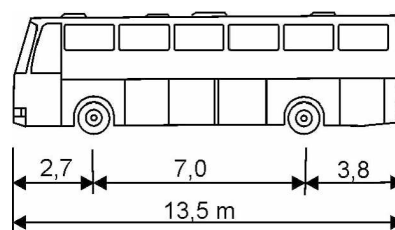
Henkilöauto on perusmitoitussajoneuvo näkemäalueita ja näkemien edellyttämää tasausgeometriaa määrittäessä.

### Moduulirekka (Kam)



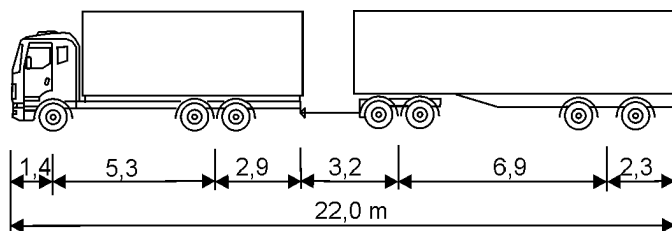
Pituus: 25,25 m  
Leveys: 2,6 m  
Korkeus: 4,2 m

### Linja-auto (La)



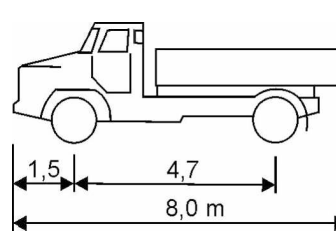
Pituus: 13,5 m  
Leveys: 2,55 m  
Korkeus: 4,2 m

### Perävaunullinen kuorma-auto (Kap)



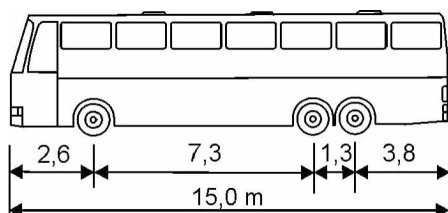
Pituus: 22,0 m  
Leveys: 2,6 m  
Korkeus: 4,2 m

### Kuorma-auto (Ka)



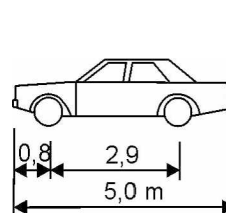
Pituus: 8,0 m  
Leveys: 2,6 m  
Korkeus: 4,2 m

### Telilinja-auto (Lat)



Pituus: 15,0 m  
Leveys: 2,55 m  
Korkeus: 4,2 m

### Henkilöauto (Ha)



Pituus: 5,0 m  
Leveys: 1,8 m  
Korkeus: 1,35 m

Kuva 2.1: Tien suunnittelun mitoitussajoneuvot.



## 2.3 Ajotekniset perusarvot

### 2.3.1 Suunnittelu- ja mitoitusnopeus

Tien suunnittelu- ja mitoitusnopeudet valitaan yleensä 20 vuoden kuluttua vallitsevien liikenneolosuhteiden mukaan. Suunnittelunopeus on yleensä sama kuin tien suunniteltu nopeusrajoitus. Mitoitusnopeudella tarkoitetaan suunnituksen geometristen minimielementtien määrittelyssä käytettävää nopeutta, joka ottaa mahdollisimman hyvin huomioon ajoneuvojen todelliset tienopeudet. Todelliset nopeudet riippuvat pääasiassa liikenneolosuhteista, maankäytöstä, maastosta ja tien poikkileikkauksesta. Liittymien ym. pistemäisten nopeudenmuutoskohteiden kohdalla käytetään yleensä samaa mitoitusnopeutta kuin muullakin tieosuudella.

Teiden näkemä-, tasaus- ja linjausgeometria-mitoituksen ohjearvot maaseudulla sekä taajamamitoituksen hyvät arvot pääväylillä ja reuna-alueiden väylillä perustuvat mitoitusnopeuteen  $v_{85}$ , jolloin lähes kaikille kuljettajille varmistetaan riittävät näkemät ja turvallinen tiegeometria. Tämän nopeuden alittaa 85 % ajoneuvojen kuljettajista. Nopeusrajoituksen mukaisesti ajavilla kuljettajilla on samalla turvamarginaali esim. normaalia pidempien reaktioaikojen ja tien pinnan normaalia huonomman kitkan varalta.

Maaseutuväylien vähimmäisarvoinen sekä taajamissa lisäksi ympäristö- ja liikenneturvallisussyistä keskustateiden kaikkien laatuluokkien mukainen sekä muiden taajamaväylien tyydyttävä-välttäväärvoinen suuntausmitoitus tehdään tien suunnittelunopeuden suuruisen mitoitusnopeuden mukaisesti.

Taulukko 2.2: Mitoitusnopeus.

Suunnittelu- nopeus (km/h)	Mitoitusnopeus $v_{mit}$ (km/h)	
	Ohjearvo tai hyvä	Vähimmäisarvo tai tyydyttävä/välttävä
30	30	30
40	40	40
50	55	50
60	70	60
70	80	70
80	90	80
100	105	100
120	120	120

### 2.3.2 Reaktioaika

Reaktioaika on aika, joka ajoneuvon kuljettajalta kuluu tiellä olevan liikenne-esteen havaitsemisesta vaaratilanteeksi käsittämiseen, päätöksen tekoon ja jarrutuksen aloittamiseen sekä jarrutusvaikutuksen alkamiseen. Reaktioaika vaihtelee mm. kuljettajan perussuorituskyvyn, vireystilan ja liikenneympäristön mukaan. Näkemäsuunnittelun reaktioajat ovat taulukon 2.3 mukaiset. Reittiliikenteessä olevan linja-auton kuljettajalta vaadittavan tarkkaavaisuuden takia hänen reaktioaikansa on vakio 1.5 s.

Taulukko 2.3: Reaktioaika.

Mitoitus- ajoneuvo	Reaktioaika (s)		
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyt- tävä	Välttävä
Henkilö- auto	2.5	2.0	1.5
Linja-auto	1.5	1.5	1.5

### 2.3.3 Kitka

Ajoradan ja renkaiden välinen kitka vaihtelee mm. vuodenajan, päällystetyypin, jarrutustavan, säätilan, nopeuden ja renkaiden mukaan. Kitkasta riippuu:

- millainen pysähtymisnäkemä ajoradalla tulee vähintään olla
- millainen ajoradan pituuskaltevuus voi olla, jotta ajoneuvo kykenisi lähtemään liikkeelle tai pysähtymään riittävän nopeasti
- kuinka suurella nopeudella tietyssä sivukaltevuudessa olevaan kaarteeseen voi ajaa

Mitoittavaa jarrutuskitkakerrointa valittaessa otetaan huomioon päällysteen kitkaominaisuuksien lisäksi myöskin ajomukavuustekijät. Ajoneuvon kuljettajat pitävät yleensä siedettävän hidastuvuuden rajana  $3.5 - 4.0 \text{ m/s}^2$ , mikä vastaa kitkakerrointa  $0.35 - 0.4$ . Suunnittelussa käytetään tavallisesti taulukossa 2.4 esitettyjä keskimääräisiä määrän tienpinnan (kesäkelin) jarrutuskitka-arvoja jarrutettaessa eri alkunope-

uksista pysähdykseen. Lauttapaikan tai avattavan sillan läheisyydessä käytetään kuitenkin liukkaan talvikelin kitkakerrointa 0.1.

*Taulukko 2.4: Mitoittavat keskimääräiset jarrutuskakertoimet.*

Mitoitusnopeus (km/h)	Keskimääräinen jarrutuskitkeroin $f_{jk}$ (-)
30	0.44
40	0.42
50	0.40
60	0.38
70	0.36
80	0.35
100	0.31
120	0.29

Kaarteessa liikkuvaan ajoneuvoon kohdistuu sivukiihtyvyys, jonka suuruus riippuu kaarresäteestä ja ajoneuvon nopeudesta. Sivukiihtyvyydestä aiheutuva voima on ajoradalta liukumisen estämiseksi kumottava ajoradan kallistamisella sekä tien pinnan ja ajoneuvon pyörien välisellä kitkalla. Ajoturvallisuus- ja mukavuussyistä ei mitoittava sivukitka saa olla taulukossa 2.5 esitettyä suurempi.

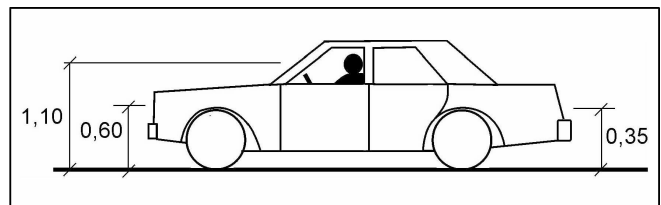
*Taulukko 2.5: Mitoittavat sivukitkakertoimet.*

Mitoitusnopeus (km/h)	Sivukitkakerroin $f_s$ (-)	
	Ohje-/enimmäisarvo Hyvä/tyydyttävä	Välttävä
30	0.17	0.22
40	0.15	0.20
50	0.13	0.18
60	0.11	0.16
70	0.10	0.145
80	0.09	0.13
100	0.07	0.10
120	0.06	0.08

Talviolosuhteissa tien pinnan ollessa liukas tai jäinen, saattaa sivukitkakerroin olla taulukossa esitettyä pienempi. Kaksipuoleista sivukaltevuutta tielinjan kaarteeseen kohdalla käytettäessä on tarkistettava kitkakertoimella  $f = 0.05$ , ettei ajonopeutta tarvitse alentaa liukkaissakaan olosuhteissa enempää kuin yksipuolisesti kallistetun kaarteeseen kohdalla.

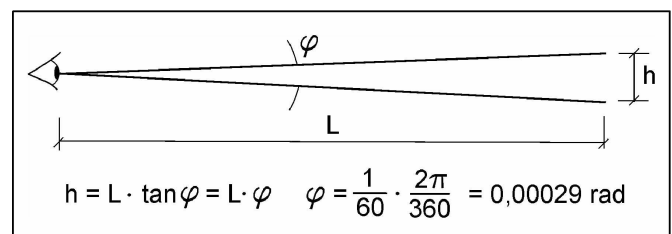
### 2.3.4 Silmäpisteen korkeus ja näkemäkulma

Silmäpisteen korkeus on ajoneuvon kuljettajan silmän ja ajoradan pinnan välinen pystysuora etäisyys. Tasauksen suunnittelussa ja muissa näkemätarkasteluissa käytetään peruskorkeutena matalimman ajoneuvon eli henkilöauton perusarvoa 1.10 m. Kuorma-auton kuljettajan silmäpistekorkeus on 3.0 m ja linja-auton kuljettajan silmäpistekorkeus 2.05 m. Matalalattiaisen linja-auton kuljettajan silmäpistekorkeus on 1.75 m. Linja-auton kuljettajan silmäpistekorkeutta käytetään näkemätarkasteluissa sellaisia taa-jamaväyliä suunniteltaessa, joilla liikennöivissä linja-autoissa on seisovia matkustajia.



Kuva 2.2: Silmäpisteen ja valojen korkeus.

Näkemäesteestä tulee näkyä osa, jotta ajoneuvon kuljettaja kykenee havaitsemaan ja tunnistamaan esteen. Näkyvän osuuden on oltava vähintään silmän normaalin näkemäkulman mukainen. Näkemäkulman perusarvona käytetään 1 kaariminuuttia ( $1^\circ/60$ ), joka vastaa käytännössä normaalin silmän näkemäkulmaa päivänvalo-olosuhteissa. Sitä käytetään vain pysähtymisnäkemän suunnittelussa (estekorkeus 0.2 m tai 0.35 m).



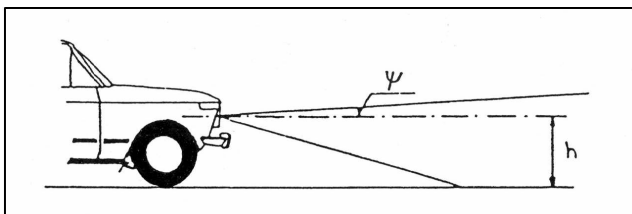
Kuva 2.3: Näkemäkulma.

### 2.3.5 Ajovalojen korkeus ja valaisukulma

Ajovalojen korkeus mitataan pystysuorana etäisyytenä ajoradan pinnasta ajovaloumpion keskelle. Korkeutta tarvitaan estekorkeutena liitty-

mä- ja ohitusnäkemätasasta suunniteltaessa ja määrittäessä tarvittavaa koveran kaaren pyöristyssädettä valaisemattomille tieosille lähiväloilla ajettaessa. Mitoittava ajovalojen korkeus on henkilöautoilla 0.6 metriä.

Ajovalojen valaisukulma tarkoittaa ajovalokeskiön kautta kulkevan vaakasuoran tason ja lähivälojen tämän tason yläpuolelle suuntautuvan valosäteilyn välistä kulmaa. Valaisukulman suuruus on  $1^\circ$ .



Kuva 2.4: Ajovalojen korkeus ja valaisukulma  $\psi$ .

### 2.3.6 Esteen korkeus

Esteen korkeus on ajoradalla, vaadittavalla näkemätäisyydellä olevan mitoittavan esteen pystysuora korkeus mitattuna ajoradan pinnasta.

Esteen havaitsemiseksi siitä tulee voida nähdä tiettyä näkemäkulmaa vastaava osa tai esteen on oltava pistemäinen valolähde, kuten esim. ajoneuvon ajo- tai perävalot. Ajoradalla olevan, yhtäkkiä esiin tulevan ja liikkumattoman esineen käsittäminen vaaratekijäksi edellyttää lisäksi, että esine tunnistetaan.

Alle 0.2 metriä korkeita esineitä, jotka voisivat aiheuttaa onnettomuusvaaraa, esiintyy liikenteessä vain harvoin ja ne voidaan useimmiten joko ylittää tai väistää. Pysähtymisnäkemän suunnittelussa käytettävä estekorkeus voi täten yleensä olla 0.2 metriä. Pelkästään moottoriajoneuvoliikenteelle tarkoitetuilla muilla kaksiajorataisilla väylillä kuin moottori- ja moottoriliikenteillä voidaan estekorkeutena käyttää henkilöauton takavalokorkeutta 0.35 metriä (kuva 2.2). Kaksiajorataisia väyliä ovat mm. keskikaiteelliset kaksikaistaiset tiet (1+1), ohituskaistatiet (2+1) ja nelikaistaiset tiet.

Moottorikäyttöisessä ajoneuvossa on aina ajon aikana käytettävä ajovaloja tai huomiovaloja. Ajoneuvojen kuljettajat havaitsevat ongelmalli-

sisä liikenneolosuhteissa parhaiten vastaan tulevat ja liittymissä risteävältä tieltä saapuvat ajoneuvot näiden valojen perusteella. Tämän vuoksi liittymis- ja ohitusnäkemä tarkasteltaessa pidetään estekorkeutena henkilöautojen ajovalokorkeutta 0.6 metriä.

Kaksisuuntaisesti liikennöitävällä yksiajokaistaisella tiellä ja leveäkaistaisella tiellä tulee liiketurvallisuuden vuoksi olla aina vähintään kohtaamisnäkemä. Kohtaamisnäkemätarkastelussa vastaan tulevan ajoneuvon korkeus on sama kuin henkilöauton silmäpistekorkeus 1.1 metriä. Tasauksen kuperissa kohdissa kohtaamisnäkemä saavutetaan myös mitoittamalla tasauksen pyöristyskaaren säde pysähtymisnäkemälle estekorkeudella 0.0 m.

Taulukko 2.6: Näkemätarkasteluissa käytettävät estekorkeudet.

Kohde	Estekorkeus (m)	Käyttö
Este ajoradalla	0.0 0.20 0.35	Päätöksentekonäkemä Pysähtymisnäkemä Pysähtymisnäkemä ainoastaan moottoriajoneuvoliikenteelle tarkoitetuilla kaksiajorataisilla teillä (ei moottori- ja moottoriliikennetie)
Ajovalot	0.6	Liittymisnäkemä Ohitusnäkemä
Ajoneuvo (silmäpiste)	1.10	Kohtaamisnäkemä

### 2.3.7 Kiihtyvyys ja hidastuvuus

Ajoneuvon kiihtyvyys on suunnittelun lähtökohta nopeuden muutokseen tarvittavia minimimatkoja arvioitaessa. Kiihtyvyyden mitoittavat perusarvot vaakasuoralla tiellä on annettu taulukossa 2.7. Niitä käytetään mm. ohitusnäkemäpituuksia määrittäessä sekä eritasoliittymien ramppi-geometriaa ja kiihdytyskaistojen pituuksia suunniteltaessa. Ajoradan pituuskaltevuuden vaikutus kiihtyvyyteen on otettava erikseen huomioon.

*Taulukko 2.7: Ajoneuvojen keskimääräinen kiihtyvyys vaakasuoralla tiellä.*

Ajoneuvo	Nopeusalue (km/h)	Kiihtyvyys (m/s <sup>2</sup> )
Henkilöauto	0 – 30	2.0
	30 – 50	1.4
	50 – 70	1.0
	70 – 100	0.7
Linja-auto	0 – 50	0.8
	50 – 70	0.2

Pysähtymiskitka-arvoihin nähden pienempiä hidastuvuuksia tarvitaan nopeuden muutosmatkojen arviointiin. Niitä käytetään mm. hidastuskaisapituuksia, rampeja ja ramppiliittymiä mitoitettaessa. Taajamien sisäisen joukkoliikenteen reiteistä osa voi olla sellaisia, että niillä liikennöivissä linja-autoissa on ajoittain seisovia matkustajia. Tällaisten väylien pysähtymismatkat, -näkemät ja niihin perustuva suuntausgeometria määräytyvät muiden tekijöiden lisäksi matkustajien turvallisuuteen ja matkustusmukavuuteen perustuvien hidastuvuuksien mukaisesti. Hidastuvuuden perusarvot on esitetty *taulukossa 2.8*.

*Taulukko 2.8: Hidastuvuuden perusarvot.*

Ajoneuvo	Hidastuvuus (m/s <sup>2</sup> )		
	Ohjearvo tai hyvä	Enimmäisarvo tai tyydyttävä	Välttävä
Henkilöauto	0 – 1.5	1.5 – 3.0	3.0 – 4.0
Linja-auto	0 – 1.5	1.5 – 2.0	2.0 – 3.0

### 2.3.8 Pysty- ja sivukiihtyvyys

Pystykiihtyvyys vaikuttaa matkustusmukavuuteen ajoradan pyörityskohdissa ajettaessa ja sen suuruus riippuu ajonopeudesta ja pyörityskaaren säteestä. Pystykiihtyvyyteen perustuva tasauksen suunnittelu tulee kyseeseen yleensä vain valaistujen tieosien koveria pyörityskaaria

mitoitettaessa ja hyvin pieniä tasausviivan taitekulmia pyöritystäessä.

*Taulukko 2.9: Pystykiihtyvyyden perusarvot.*

Laatuluokka	Pystykiihtyvyys (m/s <sup>2</sup> )
Ohjearvo tai hyvä	0 – 0.5
Enimmäisarvo tai tyydyttävä	0.5 – 1.0
Välttävä	1.0 – 1.5

Sivukiihtyvyyden tien pinnan suuntaisen komponentin arvot, jotka määräytyvät ajoturvallisuuden ja -mukavuuden perusteella, on esitetty *taulukossa 2.10*. Mitoittavat kitkakertoimet saadaan jakamalla kiihtyvyydet arvolla  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  ja ne on esitetty *taulukossa 2.5*.

*Taulukko 2.10: Sivukiihtyvyyden perusarvot.*

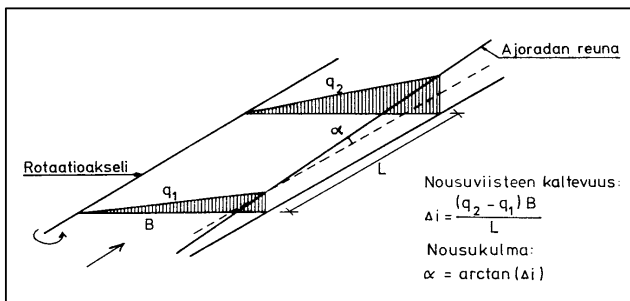
Mitoitusnopeus (km/h)	Sivukiihtyvyys (m/s <sup>2</sup> )	
	Ohje-/enimmäisarvo Hyvä/tyydyttävä	Välttävä
30	1.70	2.20
40	1.50	2.00
50	1.30	1.80
60	1.10	1.60
70	1.00	1.45
80	0.90	1.30
100	0.70	1.00
120	0.60	0.80

Tien suoran osuuden ja ympyräkaarten välisessä siirtymäkaareissa ajettaessa ajoneuvoon kohdistuva kiihtyvyys muuttuu. Tämä kiihtyvyyden muutos, jonka matkustajat tuntevat nykyisinä, ei saa olla suurempi kuin  $0.5 \text{ m/s}^3$ .

Sivukaltevuuden muutoksesta aiheutuvan sivukiihtyvyyden muutoksen enimmäisarvo on  $0.3 \text{ m/s}^3$  sivukaltevuuden muutoksen ohje- ja vähimmäismatkoja sekä laatuluokkien hyvä ja tyydyttävä mukaisia vähimmäismatkoja määritettäessä. Välttävän laatuluokan sivukaltevuuden muutoksen vähimmäismatkat määräytyvät pelkästään nousuviisteen ja sallitun kulmanopeuden perusteella.

### 2.3.9 Nousuviiste ja kulmanopeus

Tien ja kadun sivukaltevuuden muutoskohdissa liikkuva ajoneuvo joutuu kiertoliikkeeseen ajoradan sivukaltevuuden kiertoakselin suhteen. Ajodynamiikan ja optisten näkökohtien kannalta tarpeellinen sivukaltevuuden vähimmäismuutosmatka määritetään sivukaltevuuden muutosnopeuden sekä nousuviisteen ja sen perusteella määräytyvän kulmanopeuden avulla. Nousuviisteellä tarkoitetaan ajoradan reunan pituuskaltevuutta sivukaltevuuden kierto- eli rotaatioakseliin (yleensä tasausviiva) nähden.



Kuva 2.5: Nousuviiste.

Sivukaltevuuden muutosnopeuden ajodynaaminen ohje- ja enimmäisarvo määritetään alla olevan yhtälön avulla. Sivukaltevuuden muutoksesta aiheutuvan sivukiihtyvyyden muutoksen arvo valitaan ajodynamiikka ja optiset näkökohdat huomioon ottaen. Taulukon 2.11 muutosnopeuksilla sivukaltevuus ei muutu mitoitusnopeudella ajettaessa enempää kuin 3 % sekunnissa.

$$\frac{q_2 - q_1}{L} = \frac{c}{vg}$$

missä  $q_{1,2}$  = alku- ja loppusivukaltevuus  
L = sivukaltevuuden muutosmatka  
c = sivukiihtyvyyden muutos 0,3 m/s<sup>3</sup>  
v = mitoitusnopeus

Taulukko 2.11: Sivukaltevuuden muutosnopeus.

Mitoitusnopeus (km/h)	Muutosnopeus $(q_2 - q_1)/L$ (1/m)
30	0.0035
40	0.0025
60	0.00175
80	0.00125
100	0.001
120	0.00085

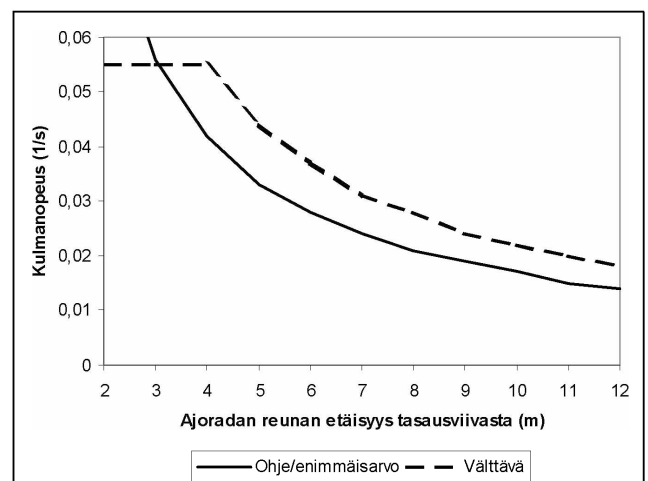
Nousuviisteen kaltevuuden ajodynamiikkaan ja optisiin näkökohtiin perustuvat enimmäisarvot eri laatuluokissa ovat taulukon 2.12 mukaiset.

Taulukko 2.12: Viistekaltevuuden enimmäisarvot.

Mitoitusnopeus (km/h)	Nousuviisteen kaltevuus $\Delta_{i\max}$		
	Ohje-/enimmäisarvo Hyvä/tydyttävä	Välttävä	
		B < 4 m	B ≥ 4 m
30	0.015	0.0065*B	0.026
40	0.015	0.005*B	0.02
50	0.01	0.005*B	0.02
60	0.01	0.004*B	0.016
70	0.0075	0.004*B	0.016
80	0.005	0.0025*B	0.01
100	0.005	0.002*B	0.008
120	0.005	0.002*B	0.008

B = Ajoradan reunan etäisyys (m) tasausviivasta.

Nousuviisteen perusteella määräytyvän kiertoliikkeen kehänopeus vaihtelee taulukon 2.12 perusteella normaalisti välillä 0.11 – 0.17 m/s. Mitoittavaksi arvoksi valitaan 0.17 m/s. Välttävissä laatuluokassa kehänopeudeksi valitaan 0.055\*B m/s, kun B < 4 m ja 0,22 m/s, kun B ≥ 4 m. Näitä vastaavat mitoittavat kulmanopeudet on esitetty kuvassa 2.6. Pitämällä kulmanopeus välttävissä laatuluokassa vakiona pienillä kaisaleveyksillä vältetään sivukaltevuuden ohje- ja enimmäismuutosnopeuksia vastaavasti ajodynamiikkaa häiritsevät liian lyhyet sivukaltevuuden muutosmatkat.



Kuva 2.6: Kulmanopeuden enimmäisarvot.

### 3 TIEN SOVITTAMINEN YMPÄRISTÖÖN

#### 3.1 Lähtökohdat

Liikenteellisten, teknisten ja taloudellisten tavoitteiden rinnalla suunnittelussa otetaan huomioon maankäytön tavoitteet, ympäristöön kohdistuvat vaikutukset sekä esteettiset ja ekologiset arvot. Lähtökohtina tien sovittamisessa ympäristöön ovat maisema ja luontoympäristö, rakennettu ympäristö sekä nykyinen ja suunniteltu maankäyttö.

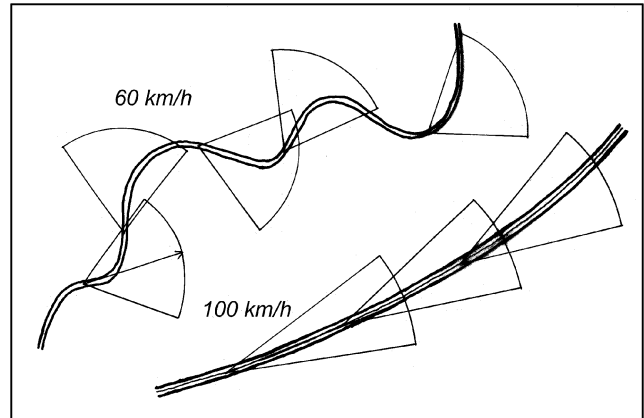
Tieympäristö jakautuu aluetyypeinä vapaa-seen maisemaan, haja-asutusalueisiin sekä taajamien keskusta- ja reuna-alueisiin. Vapaassa ympäristössä tien maisemaan sovittamiseen vaikuttavat maaston topografia sekä kallio- ja maaperä. Vesistöt, rannat, suojeltavat alueet ja erityisalueet sekä maisematilat vaikuttavat lisäksi tien suuntauksen suunnitteluun ja maisemaan sovittamiseen. Tien suuntaus ja suuret rakenteet kuten sillat ja eritasoliittymät korostuvat vapaassa maisemassa. Haja-asutusalueilla tien ympäristöön sovittamiseen vaikuttavat lisäksi asutuksen ja muun maankäytön sijoittuminen sekä olemassa olevat liikennejärjestelyt. Taajamien rakennetussa ympäristössä maankäyttö, olevat rakenteet ja haittojen torjunta asettavat tien suuntaukselle runsaasti rajoitteita.

Tien suuntauksen suunnittelu ja sen osana tien sovittaminen ympäristöön tarkentuu vaiheittain. Suuntauksen suunnittelua tapahtuu tien suunnittelun kaikissa vaiheissa ja se tarkentuu esiselvitysvaiheen pääsuuntaselvityksestä tie- ja rakennussuunnitelmaan edettäessä.

#### Tien kokeminen ja havainnointi

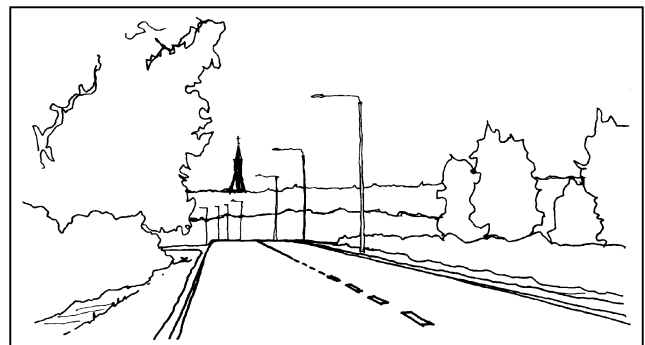
Tiellä liikkujan kokemus tiestä ja sen suhteesta maisemaan riippuu liikkumisnopeudesta. Nopeuden kasvaessa katseen polttopiste siirtyy kauemmaksi ja näkökenttä kapenee. Tien lähi-alueen havainnointi vaikeutuu.

Tutkimusten mukaan ajajan katse suuntautuu suoralla tieosuudella ajolinjan suuntaan, kaarteissa tien tangenttiin ja ajolinjan suuntaan. Tien linjauksen ollessa kaareva autoilijan katse ottaa kiinnekohtia maisemasta.



Kuva 3.1: Ajajan näkösektori ja katseen suunta 60 km/h ja 100 km/h nopeuden teillä. Nopeuden lisääntyessä näkösektori kapenee ja etualan yksityiskohdat häipyvät näkökentästä.

Saavuttaessa linjaosuuksilta tunneleihin, liittyä- tai muille muutosalueille voidaan ympäristön käsittelyllä ja optisella ohjauksella tehostaa suuntauksessa samalla tapahtuvan muutoksen hahmottumista. Maisemassa selvästi erottuvat maamerkit ja kaukokohteet auttavat kuljettajaa orientoitumaan.

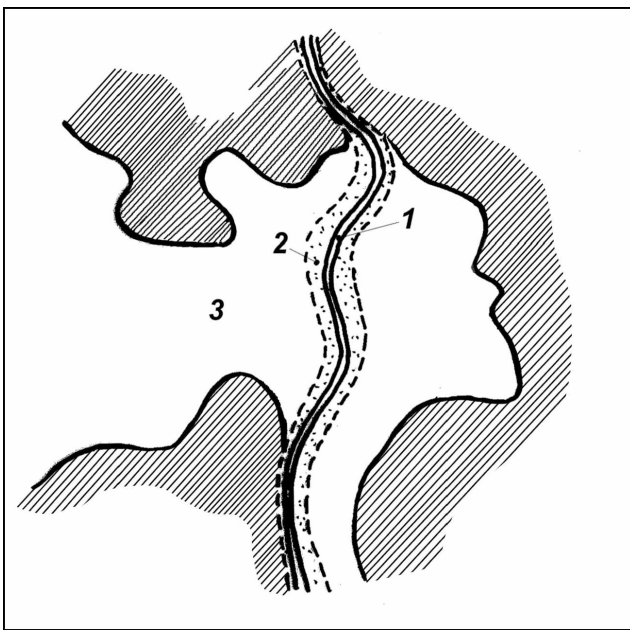


Kuva 3.2: Kaukaa näkyvä maamerkki parantaa orientoitumista ja helpottaa paikallistamista.

Matkustajat havainnoivat ympäristöä kuljettajaa laajemmin. Hitaasti liikkuvat pyöräilijät ja jalan- kulkijat tarkkailevat tieympäristöä eri tavoin kuin autoilija ja kiinnittävät enemmän huomiota yksityiskohtiin. Tiellä liikkujien lisäksi tietä katsotaan myös tien ulkopuolelta. Tie on pysyvä osa tien läheisyydessä asuvien ja toimivien ihmisten päivittäistä ympäristöä ja sen kokemista.

Tietilan havainnointiin ja kokemiseen vaikuttaa myös valaistus. Päivänvalossa tie koetaan eri tavalla kuin pimeällä tai yövalaistuksessa. Valaistus ohjaa autoilijaa optisesti. Valaistuksella voidaan korostaa porttikohtien, maamerkkien ym. hahmottumista pimeällä.

Tienkäyttäjän tilallisen hahmottamisen perusteella tie ja tiemaisema voidaan jakaa ajorata- ja piennaralueeseen, tien reuna- ja lähialueisiin sekä tiemaisemaan.



Kuva 3.3: Tieympäristön osa-alueet: 1. ajorata- ja piennaralue 2. tien reuna- ja lähialue 3. tiemaisema.

Ajorata- ja piennaralue käsittää keskeisenä ajan näkökentässä olevan soratien ajoradan ja päällystetyillä teillä päällystetyn tieosan tukipientareineen, talvella auratun tiealueen. Päällysteen reunojen sekä keski- ja reunaviivojen tulisi olla optisesti ohjaavia.

Tien reuna- ja lähialueisiin ja niiden varusteisiin kuuluvat sisäluiskat, kaiteet, valaistusjärjestelyt, liikenteen ohjauslaitteet, seinämät ja ulkoluiskat sekä niiden lähiympäristö, taajamissa lisäksi ajoradan yhteydessä olevat kevyen liikenteen väylät. Tiiviissä kaupunkirakenteessa tämä alue rajautuu rakennusten julkisivuihin eli katutilan reunaan. Tien reuna- ja lähialueet liittyvät tien osaksi laajempaa tiemaisemaa. Ajoneuvon kuljettaja hahmottaa reuna-alueet ohikiitävänä visuaalisena verhona.

Suomen vaihtuvissa keliolosuhteissa tien reuna-alueen optisen ohjauksen merkitys on erityisen suuri. Lumi saattaa peittää tiemerkinnot ja märkä tien pinta imeä valon. Valaisimet, kaiteet, aurausviitat sekä muut jatkuvat ja toistuvat rakenteet helpottavat tien suuntauksen havaitsemista.

### 3.2 Esiselvitykset

Esiselvityksen laatiminen on ensimmäinen tiekohtainen suunnitteluvaihe. Esiselvitys voi olla tarve-, toimenpide-, pääsuunta-, kehittämis- tai yhteysväliselvitys. Tien pääsuuntavaihtoehdot sekä muut tiejärjestelyt ja toimenpiteet selvitetään sillä tarkkuudella, että niiden rakentamiskustannukset, toteuttamiskelpoisuus ja vaikutukset voidaan karkeasti arvioida. Tässä vaiheessa selvitetään myös olennaiset ympäristön asettamat reunaehdot.

Uutta maantietä varten selvitetään yleisluonteisten suunnitelmien ja selvitysten kuten seudullisten maankäyttö- ja tieverkkosuunnitelmien, maakunta-, yleis-, asema- ja rantakaavojen sekä alueen luonto- ja maisemaominaisuuksien perusteella pääsuuntavaihtoehdot ja niille riittävän leveät vaihtoehtoiset maastokäytävät, joihin tie on mahdollista sijoittaa. Maastokäytävän sijoittumiseen vaikuttavat nykyinen ja suunniteltu maankäyttö, maasto-olosuhteet, vesistöt, suojealueet ja -kohteet sekä arvokkaat ympäristöt. Käytävän sijoittumista rajoittavat ns. pakkopisteet eli kohdat, joiden kautta tien on kuljettava ja alueet, joille tie ei voi sijoittua.

Tien suuntausvaihtoehdot suunnitellaan alustavasti maastokäytäviin, vaihtoehtojen vaikutukset arvioidaan ja niitä vertaillaan keskenään. Lähtötiedot hankitaan pääosin olemassa olevista lähteistä. Tarvittaessa tietoja täydennetään maastokäyntein.

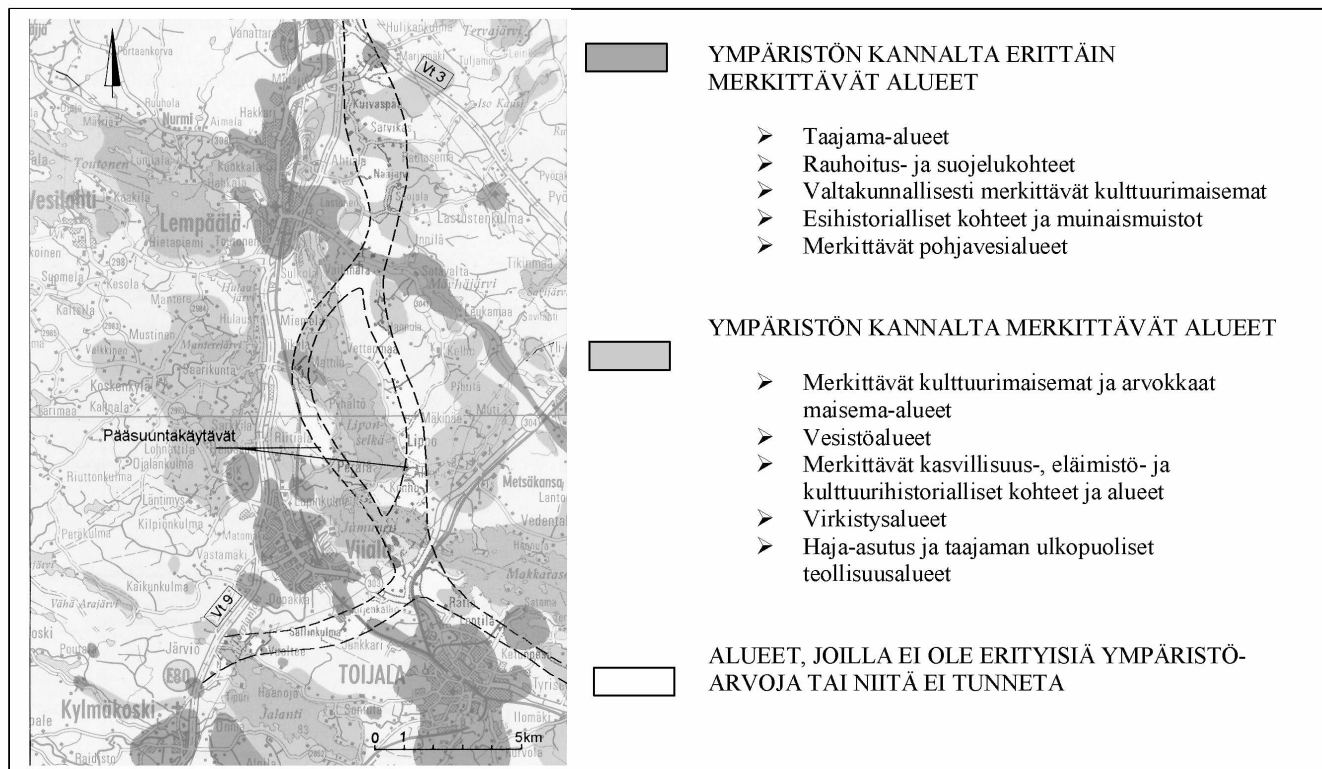
Hankkeen vaikutusten ollessa vähäiset, kuten nykyisen maantien suuntauksen yksittäisten kohtien vähäinen parantaminen, voidaan parantamistoimenpiteet suunnitella alustavasti esiselvityksen laadinnan yhteydessä. Tällöin seuraava suunnitteluvaihe voi olla tie- tai rakennussuunnitelma.

Liikennemelun ja muiden liikenteestä aiheutuvien päästöjen vuoksi tie pyritään sijoittamaan riittävän kauas melulle alttiista alueista (asutus,

koulut ja sairaalat). Tarvittavaan etäisyyteen vaikuttavat liikenteen määrä, koostumus ja nopeus, tien sijaintialueen korkeusasema ja maasto-olosuhteet sekä rakennusten korkeus. Melu kantautuu erityisen voimakkaana vettä pitkin.

Rakentamisteknisesti hankalia kohteita ovat

yrkkärinteinen ja kalliainen maasto, alavat maastonkohdat, kosteikot sekä maaperät, joissa on huonot perustamis- ja kuivatusolosuhteet. Maaston sivusuuntainen kaltevuus vaikeuttaa tien rakentamista ja nostaa rakentamiskustannuksia.



Kuva 3.4: Ympäristö määrittää tiekäytävän sijainnin.

Eritasoliittymät ja sillat on edullista sijoittaa tien kohtiin, joissa maaston korkeus vaihtelee sopivasti. Tarvittavat korkeuserot saadaan tällöin aikaan taloudellisesti ja maisemaa häiritsevästi muuttamatta. Tie suunnataan siten, että vesistöylityksien määrä on vähäinen ja ylityskohdat sijoittuvat luontaisiin kapeikkokohtiin.

Suuntauksen suunnittelussa vältettäviä suojelualueita ovat maisemallisesti, kasvustollisesti tai eläimistöllisesti arvokkaat tai harvinaiset elinympäristöt kuten lintuvedet, Natura-alueet, muinaismuistot ja kulttuurihistoriallisesti arvokkaat kohteet. Tien suuntaamista tärkeiden pohjavesialueiden kautta pyritään myös välttämään. Maisemallisesti herkkiä kohtia ovat maiseman solmukohdat, kulttuurimaiseman reunavyöhykkeet, rannat, kosteikot, harjut ja karut kallioalueet. Mikäli tie joudutaan linjaamaan tällaisen

alueen halki, suuntauksen yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja tieympäristön maisemanhoitoon luiskien muotoilulla, kasvillisuuden säilyttämisellä ja uudistamisella on kiinnitettävä erityistä huomiota.

### 3.3 Yleissuunnitelma

Tien yleissuunnittelun perustana on yleensä esiselvitys. Tien yleissuunnittelu kytkeytyy tiiviisti maankäytön eri suunnittelutasoihin.

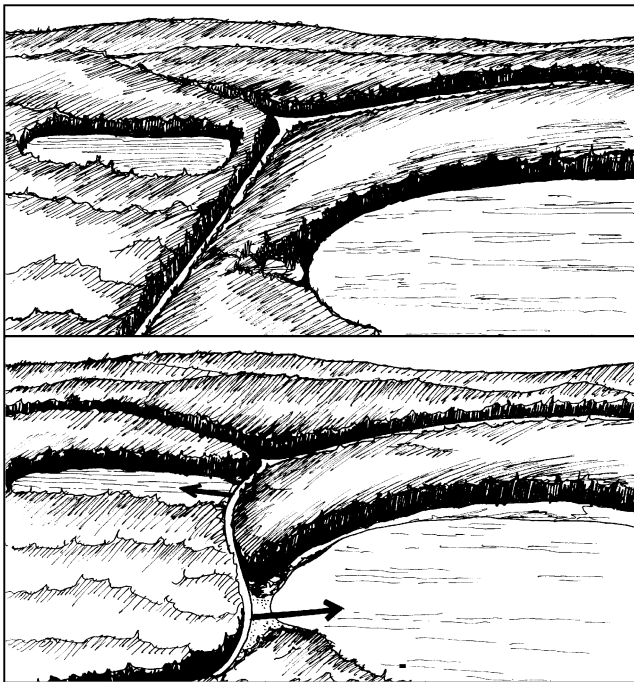
Yleissuunnitelma laadittaessa tarkastellaan koko vaikutusalueen tieverkkoa (taajamaolosuhteet) ja suunnittelun alussa selvitetään ja päädetään uuden maantien pääsuunta ja tarkasteltava maastokäytävä ellei näitä ole ratkaistu esiselvitysvaiheessa. Suunnitelmaa laadittaessa tehdään myös laajimmat ympäristövaikutusselvi-



tykset ja vaiheeseen liittyy laaja vuoropuhelu viranomaisten ja kansalaisten kanssa.

Suunniteltavalle tielle haetaan valitun maastokäytävän sisältä vaihtoehtoiset suuntausratkaisut. Vaihtoehdoille suunnitellaan alustava linjaus ja tasaus sekä periaatetasolla alustavat kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen järjestelyt sekä haitallisten ympäristövaikutusten lieventämistoimenpiteet ja päätetään liittymäkohdat ja liittymätyypit. Tien tasauksen suunnittelulla voidaan merkittävästi vaikuttaa melun leviämiseen ja melutorjuntaan. Jos tie joudutaan sijoittamaan olemassa olevan asutuksen läheisyyteen, melunsuojauksesta on huolehdittava muulla tavalla.

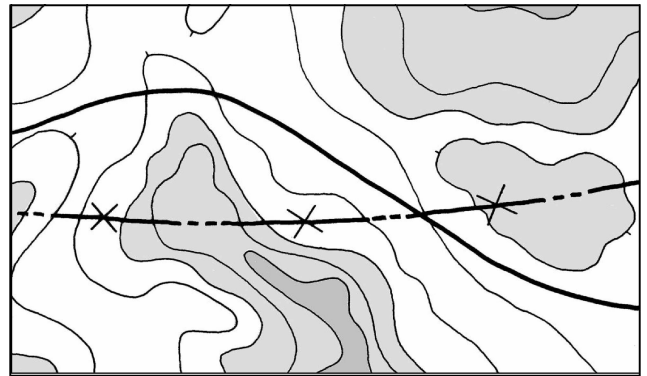
Arvioitavat vaihtoehdot muodostetaan siten, että niiden vaikutukset ovat mahdollisimman positiivisia suhteessa hankkeen tavoitteisiin. Vaihtoehtojen vaikutusarvioiden ja vertailun pohjalta valitaan ns. yleissuunnitelmavaihtoehto, jonka suunnittelua ja vaikutusarvioita tarkennetaan. Yleissuunnitelman lopputuloksen tulee olla riittävä peruste hyväksymispäätökselle ja tiesuunnitelman laatimiselle.



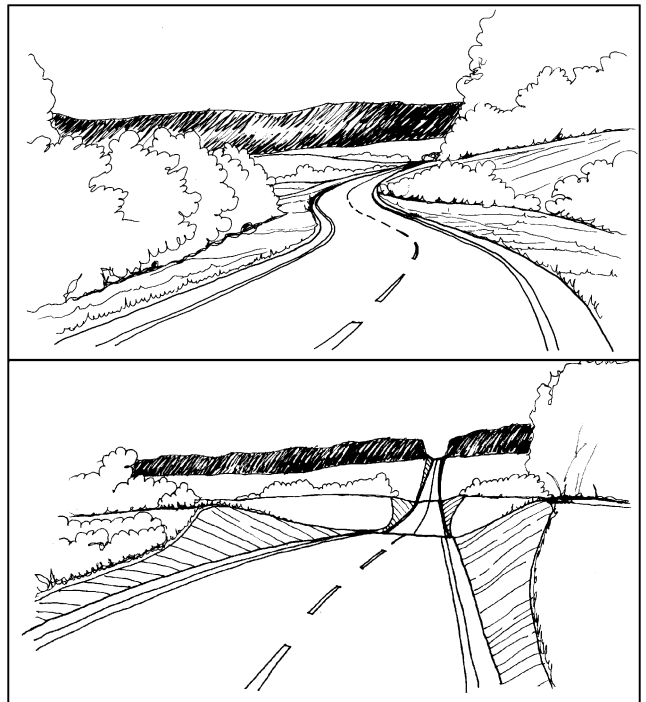
Kuva 3.5: Tien suuntaus saadaan vaihtelevaksi ja miellyttäväksi mm. näkemäjärjestelyillä vesistö- ja peltoalueille.

## Linjaus

Tie linjataan valittuun maastokäytävään maaston topografiaa ja suuntautuneisuutta myötäillen. Suunnittelussa varmistetaan, että linjaus täyttää liikenne- ja tietekniset vaatimukset.

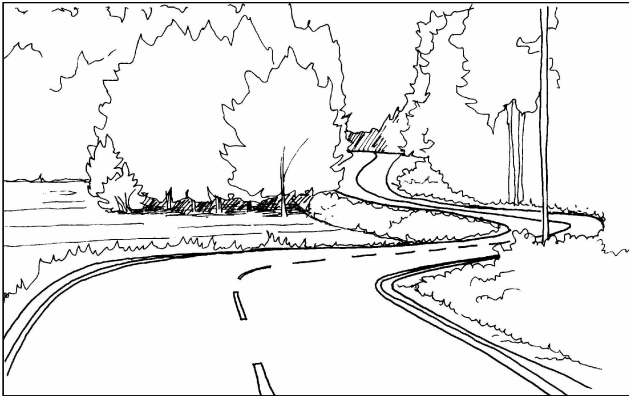


Kuva 3.6: Hyvä tielinjaus myötäilee maaston suuntautuneisuutta.



Kuva 3.7: Maastoa myötäilevä linjaus sopeutuu hyvin maisemaan. Maastonmuotoja vastaan kulkeva linjaus aiheuttaa leikkauksia, penger-ryksiä ja rikkoo maiseman. Samalla voi muodostua liikenneturvallisuutta vaarantavia näkemäkatveja tien pinnan jäädessä suoralla tiellä helposti osittain näkymättömiin.

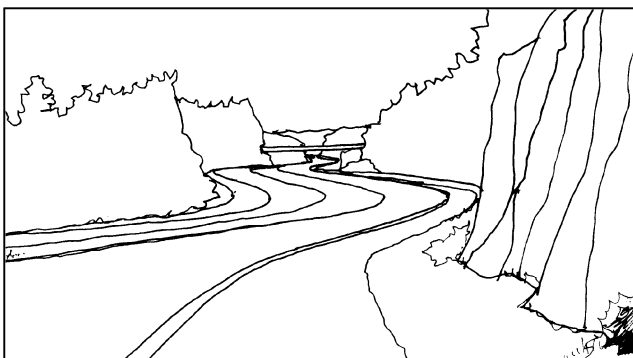
Tielinjan kaarteet pyritään suunnittelemaan ja sovittamaan ympäristön pinnanmuotoihin ottaen huomioon perspektiivinen lyheneminen ja tien näkyminen kaukomaisemassa. Tie sopii maisemaan, kun tielinjaus noudattelee maisemarakenteen muotoja ja mittakaavaa.



*Kuva 3.8: Pienipiirteiseen ja vaihtelevaan maastoon sopivat pienet tien kaarresäteet ja lyhyet kaarteet.*

Pienipiirteiseen ja vaihtelevaan maastoon sopii maastonmuotoja myötäilevä ja suurimittakaavaisen maaston suuripiirteinen geometria. Maaston muuttuessa geometriassa ei saa tapahtua äkillisiä muutoksia, vaan linjauksen ja sen muutosten on oltava kuljettajan ennakoitavissa ja nähtävissä riittävän pitkällä matkalla.

Tietyyppi ja mitoitusnopeus vaikuttavat linjausgeometriaan. Korkea mitoitusnopeus edellyttää loivaa geometriaa. Kaksiajorataisilla teillä ei tarvita pitkiä suoria ohitusnäkemisiä varten ja keski- ja kaista mahdollistaa ajoratojen linjaamisen ja tasaamisen toisistaan erillisinä esimerkiksi maisemallisista tai massataloussyistä.



*Kuva 3.9: Moottoritien linjaus on sovitettu maisemaan.*

Liittymät ovat liikenteen ja maankäytön sidoskohtia, jotka vaikuttavat tien suuntauksen suunnitteluun ja maisemaan sovittamiseen. Liittymien on palveltava mahdollisimman hyvin maankäyttöä ja kytkeydyttävä luontevasti tiemaisemaan. Tien linjauksen on toisaalta oltava sellainen, että liittymät sijaitsevat siihen nähden luontevissa kohdin ja ovat hyvin havaittavissa.

### Tasaus

Tien tasaus pyritään suunnittelemaan maanpintaa noudattavaksi, jolloin vältetään suurilta ja näkyviltä leikkauksilta ja penkereiltä. Luontaisia korkeuseroja hyödynnetään siltojen ja eritasoratkaisujen sijoituksessa.

Sivukaltevassa maastossa tie on edullisinta sijoittaa ja tasata siten, että maastoleikkaukset ja täyttöpenkereet jäävät mahdollisimman pieniksi. Kaksiajorataisten teiden ajoradat voidaan sivukaltevassa maastossa tarvittaessa myös porrastaa.

Tielinjauksen sijoituessa syvään leikkaukseen tai korkealle penkereelle leikkaus- ja pengerluiskien muotoiluun sekä kasvillisuuteen kiinnitetään erityistä huomiota. Erityisen korkeat maapenkereet ja leikkaukset koetaan maisemavaurioina.

Tasauksen suunnittelussa on otettava huomioon kuivatuksen alustavat järjestelymahdollisuudet alueen ojiin ja vesistöihin.

### Linjauksen ja tasauksen yhteensovittaminen

Tien linjauksen ja tasauksen yhteensovittamisella haetaan tielle luonteva, maisemaan ja ympäristöön sopiva muoto ja sijainti. Pysty- ja vaakageometrian yhteensovittamisessa tärkeää on vaaka- ja pystykaarteiden alku- ja käännepestien kohdakkaisuus sekä kaarre- ja pyörityssäteiden suhde toisiinsa. Pystygeometrian on oltava suuripiirteisempää ja loivempaa kuin vaakageometrian.

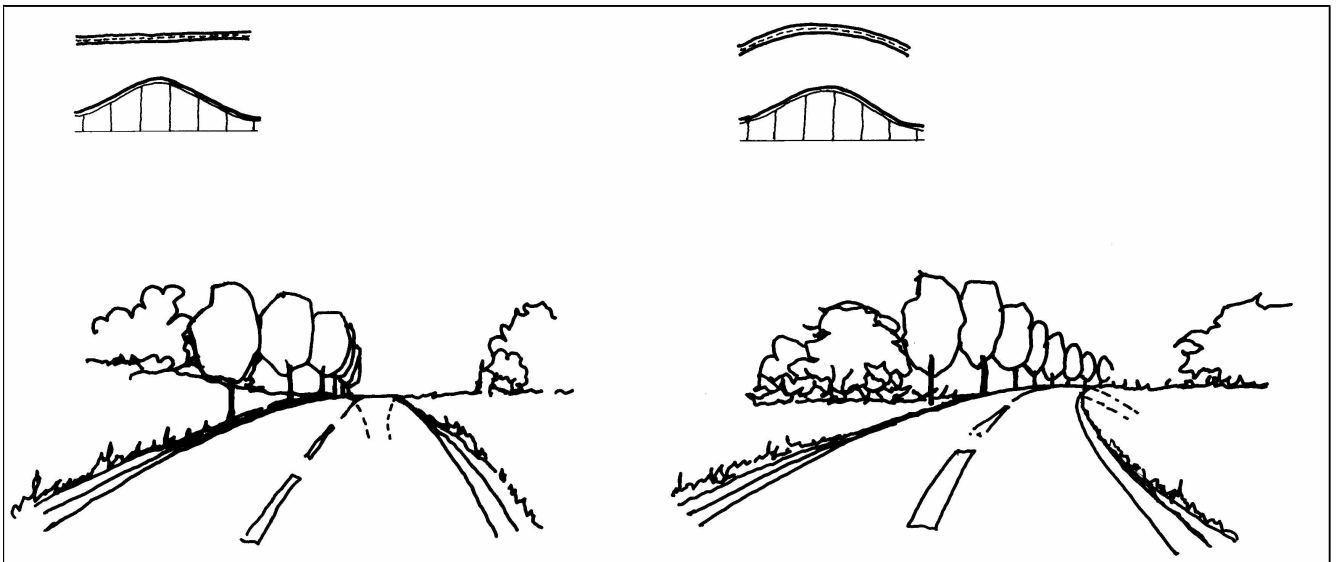
Perspektiivisen lyhenemisen vuoksi tielinjan kaarteet ja tasausviivan pyöritykset näyttävät todellista jyrkemmiltä. Lisäksi saattaa syntyä ns. liukuvia käännepesteitä, joissa tien kaarevuuden suunta näyttää muuttuvan, vaikka näin ei todellisuudessa tapahdu. Vääristymät vältetään suunnittelemalla pystygeometrian pyörityssäteitä.

teet riittävän suuriksi suhteessa vaakageometri-an kaarresäteisiin ja tien leveyteen sekä sovit-tamalla pysty- ja vaakageometriaa hyvin yhteen. Linjauksen ja tasausten yhteensovittamisen onnistumista voidaan tarkastella mm. kolmiulot-teisin perspektiivikuvin ja virtuaalimallelein.

Suorat tienkohdat suunnitellaan mahdollisuuk-sien mukaan maaston suuntautuneisuutta myö-täillen niin, että myös tien tasaus on niiden koh-dalla suora. Näin kaksikaistaisille teille saadaan järjestettyä luontevia ja turvallisia ohitusnäke-mäkohtia, joiden matkalla tien pinta on kuljetta-jan näkyvissä koko näkemän ja ohituksen ajan. Loivissa laaksokohdissa on kuitenkin luontevin kovera tasaus. Koveran pyöristyskaaren pituu-den ja pyöristyssäteen on oltava riittävän suuria tien ulkonäköä haittaavan jyrkän taitteen vaiku-telman välttämiseksi.

### Optinen ohjaus

Ajoneuvon kuljettajalle on tärkeää pystyä enna-koimaan tien kaarevuuden suunnassa ja suu-ruudessa tapahtuvia muutoksia. Tien linjaus ja tasaus on pyrittävä sovittamaan maastoon ja toisiinsa niin, että kuljettaja saa tiedon muutok-sista tien geometrisen muodon, tiemerkintöjen tai tieympäristön perusteella. Tämä ns. optinen ohjaus voidaan järjestää tien reunan, reunavii-van, leikkausluiskan, kallioseinämän, kasvilli-suuden, tiekaiteen, valaistuksen ja valaistuslait-teiden tai muiden rakenteiden tien jatkuvuudes-ta antamien viitteiden avulla. Optisen ohjauksen on oltava oikeaan suuntaan ohjaavaa, yksiselit-teistä ja selkeää. Optinen ohjaus on erityisen tärkeä silloin, kun tien pinta katoaa ajoneuvon kuljettajan näkyvistä esimerkiksi kuperan pyöris-tyksen kohdalla ja leikkauksesta korkealle pen-kereelle ajettaessa.



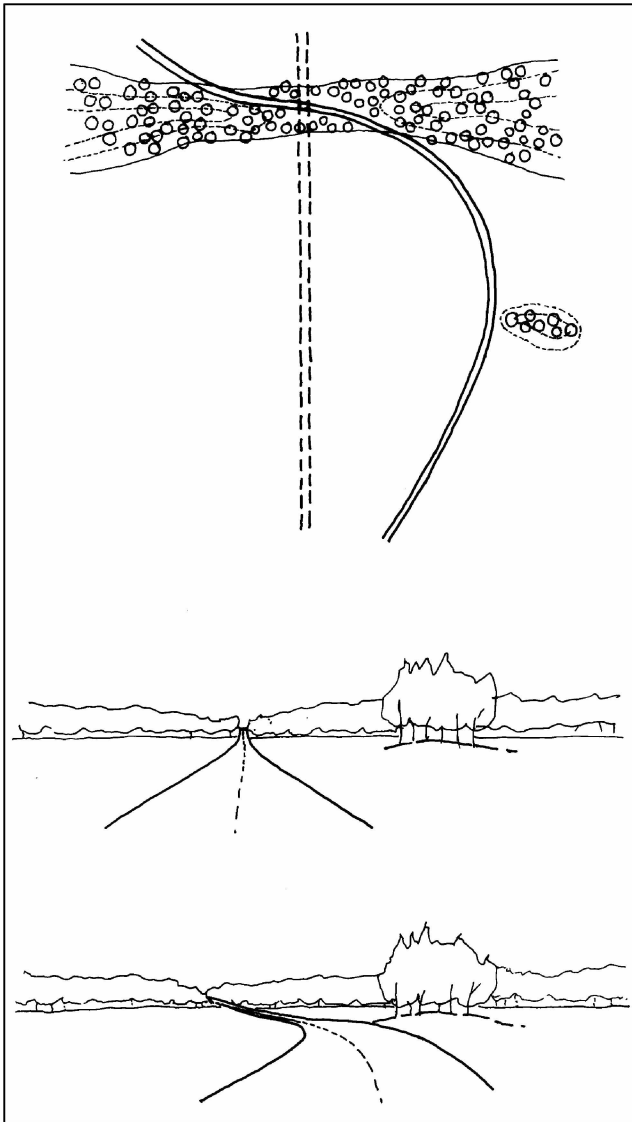
*Kuva 3.10: Kuperan pyöristyksen kohdalla tielinja pyritään suunnittelemaan kaarevaksi, jolloin tien reuna antaa optisen ohjauksen. Kaarevuuden suunnan tulee pysyä samana ja kaarteeseen alkaa ennen tasausviivan pyöristyskaarta. Tien sisäreunan optista ohjausta voidaan tehostaa mm. ulkokaarteeseen puolen istutusten avulla.*

### Vapaa maisema

Vapaassa maisemassa luonteva tielinjaus seu-raa maaston muotoja ja maiseman eri osa-alueiden reunavyöhykkeitä. Vapaassa maisema-massa kaareva linjaus on yleensä suoraa luon-tevampi. Suorat tieosuudet sopivat parhaiten laaksokohtiin. Erittäin pitkä suora on ajokoke-

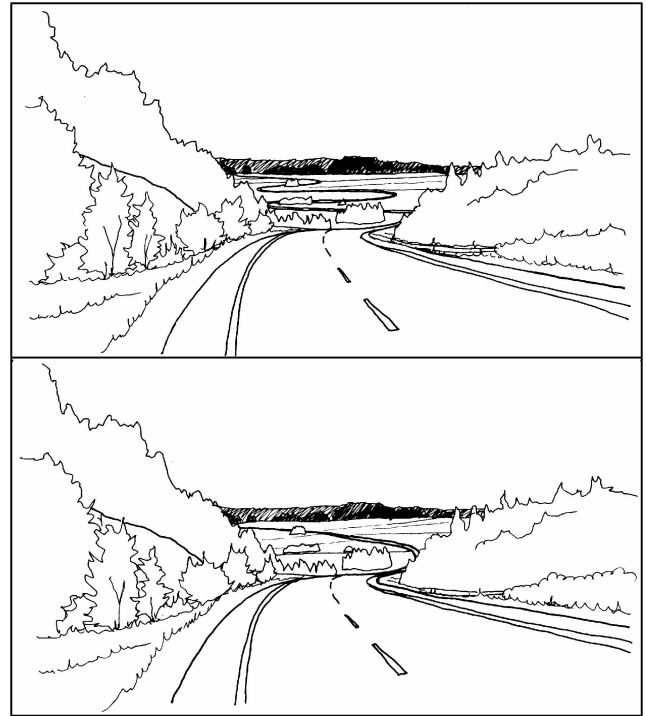
muksena yksitoikkoinen. Kaareva linjaus ottaa kiinnekohtia maisemasta.

Reunavyöhykkeiden ja poikittaisten maaston-muotojen kohtisuoraa ylittämistä vältetään. Yli-tys linjataan vinosti kaartaen ja pitkällä matkalla, jolloin maastoleikkaus aiheuttaa pienimmät maisemavauriot ja kasvillisuusvyöhykkeiden ra-jakohdat näytävät luontevilta.

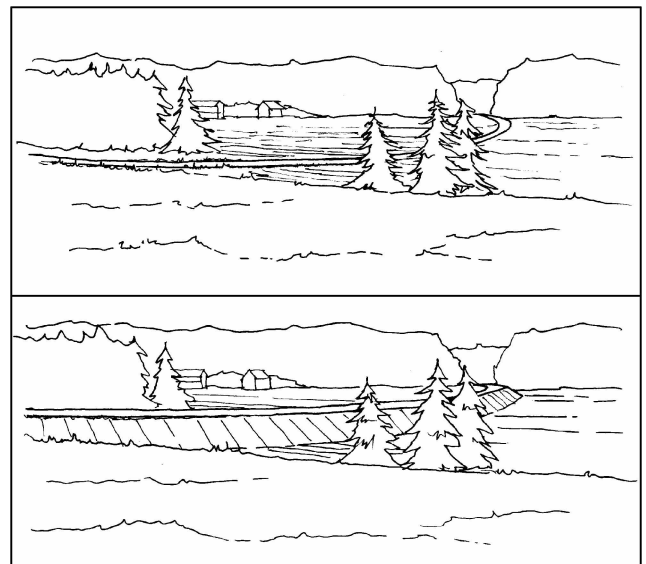


Kuva 3.11: Maisemaan sopimaton ja sopiva reunavyöhykkeen ylitys. Maisemaan sopiva ylitys tehdään vinosti kaartaen. Avoimella pellolla kaareva linjaus tukeutuu puuryhmään.

Avoimeen peltomaisemaan, jossa näkemät ovat pitkiä, sopii loivasti kaareva, maaston muotoihin tukeutuva linjaus ja matala tasaus. Perspektiivinen lyheneminen ei tällöin häiritse eikä maisemassa näy yhtä aikaa liian monia peräkkäisiä tien kaarteita. Tielinjaus voidaan tukea puustosaarekkeisiin tai yksittäisiin puihin.



Kuva 3.12: Loivat kaarteet sopivat avoimeen maisemaan.



Kuva 3.13: Tasaisessa peltomaisemassa tien tasaus pidetään lähellä maanpintaa ja penger-ryksiä vältetään. Korkea penger näkyy kauas ja muodostaa näkemäesteen avoimessa tilassa.

Metsäiseen maastoon sopii pienipiirteisempi linjaus kuin aukeaan maisemaan. Kasvillisuus rajaa tehokkaasti näkyvyyttä eikä ajoneuvon kuljettajaa häiritseviä näkymiä liian monista pe-

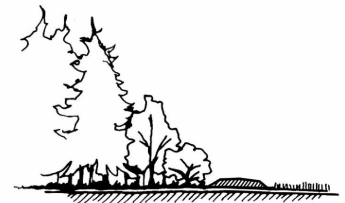
rättäisistä tien kaarteista tai tien perspektiivistä lyhenemistä pääse syntymään.

Kaksikaistaisten teiden kaarteiden välillä on oltava riittävästi suoraa tai loivakaarteisia osuuksia ohitusnäkemien aikaansaamiseksi. Pitkillä vapaan maiseman tieosuuksilla hyödynnetään tieympäristön antamat mahdollisuudet kuten peltoaukeat ja vesistöt, jotka tuovat samalla vaihtelua ajomatkaan.

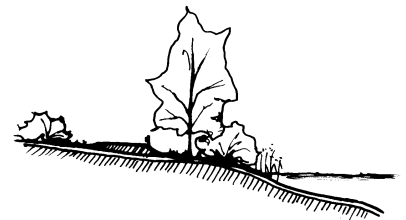
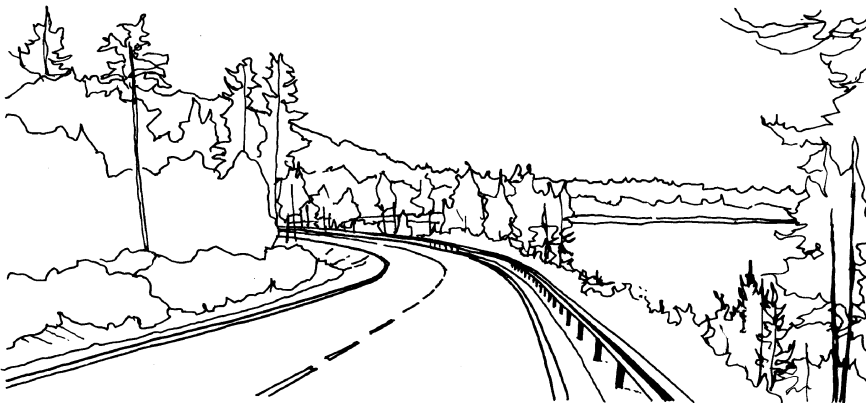
Vesi on maiseman virkistävimpiä ja kauneimpia elementtejä. Tieltä aukeavat vesistönäkymät ovat myös tiemaiseman kohokohtia. Tien linjauksessa hyödynnetään ympäristön tarjoamat mahdollisuudet linjaamalla tie vesistöjen sivuitse ja avaamalla vesistönäkymiä. Linjauksen

suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että vesiekosysteemit ja rantavyöhykkeet ovat herkkiä ja helposti vaurioituvia alueita.

Harjut ovat maiseman kohokohtia ja suosittuja virkistysalueita. Ne ovat myös usein tärkeitä pohjaveden muodostumisalueita. Merkittävimmät harjumuodostelmat on suojattu harjujen suojelulain nojalla. Uudet tiet sijoitetaan mielellään harjujen juurelle. Jos tie joudutaan rakentamaan harjun päälle, kiinnitetään erityistä huomiota tieympäristön maisemointiin ja reuna- puuston säilyttämiseen. Harjua ei saisi koskaan ylittää poikittain kohtisuoralla linjauksella. Ylitys tehdään vinosti kaartaa matalimmasta mahdollisesta kohdasta.



Kuva 3.14: Metsän reunaan tukeutuva tielinjaus sijoitetaan niin, että reunavyöhykkeen kasvillisuus ei tuhoudu.

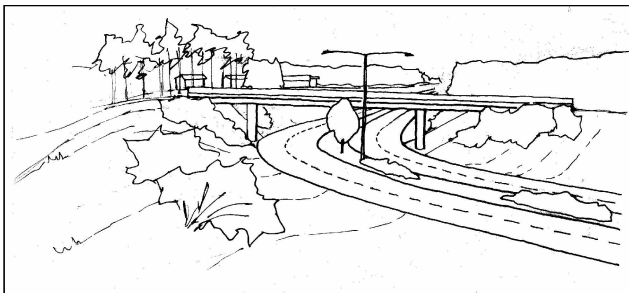


Kuva 3.15: Tie linjataan vähintään sille etäisyydelle rannasta, että alkuperäinen rantakasvillisuus menestyy rantavyöhykkeellä.

### Taajamien keskusta- ja reuna-alueet

Sovitettaessa tietä ympäristöön noudatetaan taajamien sisääntulojaksoilla ja reuna-alueilla samoja periaatteita kuin vapaassa maisemassa. Niiden lisäksi otetaan huomioon tierakenteiden sovittaminen rakennettuun ympäristöön sekä tien aiheuttamien haittojen vähentäminen ja lieventäminen. Saavuttaessa vapaasta maisemasta taajaman sisääntulo- ja reuna-alueelle tulee tien mittakaavan ja toiminnallisen luonteen muuttua rakennettuun ympäristöön sopivaksi ja tien mahtua kaavan liikennealueen sisään. Keinoja ovat mm. suuntauksen suunnittelu, tien poikkileikkaus, tieympäristön käsittely, silta- ja valaistusratkaisut.

Tien sijoittamisessa keskusta- ja reuna-alueille on keskeistä hahmottaa jakaa lähestyminen erityyppisiksi jaksoiksi, jotka ilmentävät kunkin alueen luonnetta. Tien hyvällä sovittamisella taajamarakenteeseen voidaan lieventää haitallisia vaikutuksia. Tarkoituksenmukainen tien suuntaus helpottaa estevaikutusta vähentävien siltojen järjestelyjä ja meluntorjunnan järjestelyä.



Kuva 3.16: Reuna-alueen pääväylän tasaaminen ympäristöään matalammalle helpottaa melusuojausta ja väylän estevaikutusta vähentävien ylikulkujen rakentamista.

### 3.4 Tiesuunnitelma

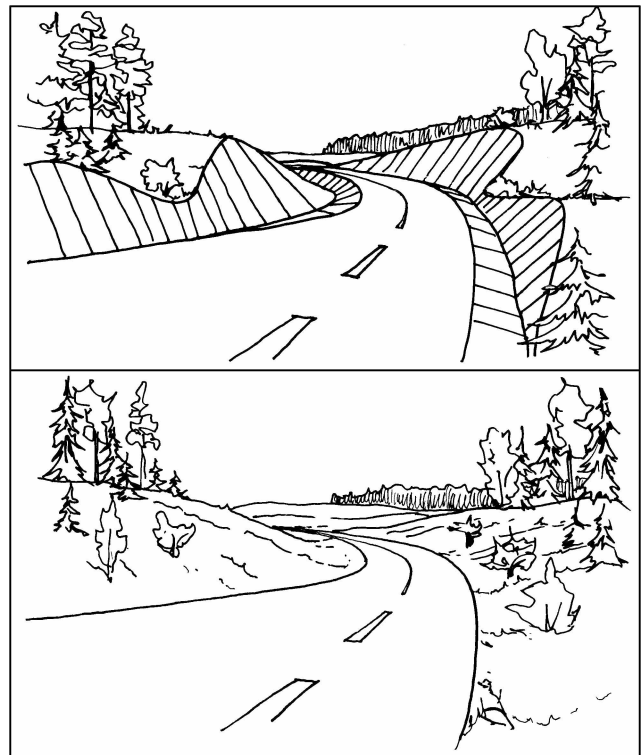
Tiesuunnitelmassa esitetään yksityiskohtaisesti tien linjaus, tasaus, liittymät, kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen järjestelyt sekä muut tiejärjestelyt. Myös tien ympäristövaikutusten lieventämistoimenpiteet ja tiearkkitehtuurin yksityiskohdat esitetään tarkasti.

Tien sovittamisessa ympäristöön noudatetaan soveltuvin osin samoja tielinjausta, tasausta,

niiden yhteensovittamista ja optista ohjausta koskevia periaatteita kuin yleissuunnitelmaa laadittaessa. Osana tien suuntauksen suunnittelua viimeistellään tien sovittaminen maisemaan tien lähiympäristön suunnittelulla.

Tien reunavyöhykkeiden käsittely määrää osaltaan tien ulkonäön ja sopeutumisen ympäristöön samalla kun tien reuna-alueiden maastonmuotoilun, kasvillisuuden ja varusteiden ja avulla voidaan parantaa tielinjan optista ohjausta. Penger- ja leikkausluiskien loiva muotoilu antaa parhaat mahdollisuudet luontaisten reunavyöhykkeiden kehittymiselle. Penkereiden ja luiskien luonteva sovittaminen ympäristöön edellyttää lisäksi taitekohtien häivyttämistä pyöristämällä.

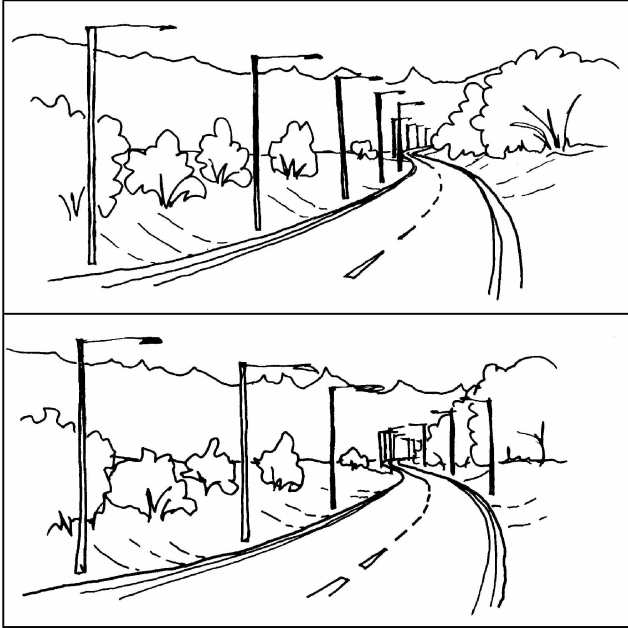
Tiemaيسان tilallista rakennetta selkeytetään reunavyöhykkeiden kasvillisuudella ja maaston käsittelyllä sekä avaamalla ja sulkemalla näkymiä tien lähiympäristöön. Kasvillisuuden avulla voidaan korostaa tiettyjä tieosuuksia sekä jäsentää ja rajata tietilaa.



Kuva 3.17: Leikkausluiskien pyöristyksen vaikutus maisemaan.

Tievalaistus vaikuttaa tien kokemiseen, turvallisuuteen ja estetiikkaan. Tien ulkopuolella voi

olla lisäksi liikenneturvallisuutta haittaamattomia valaistuja taideteoksia, puita tai kallioseinämiä.



Kuva 3.18: Valaisimet optisena ohjauksena (yläkuva) ja visuaalisena hälinänä (alakuva).

### 3.5 Rakennussuunnitelma

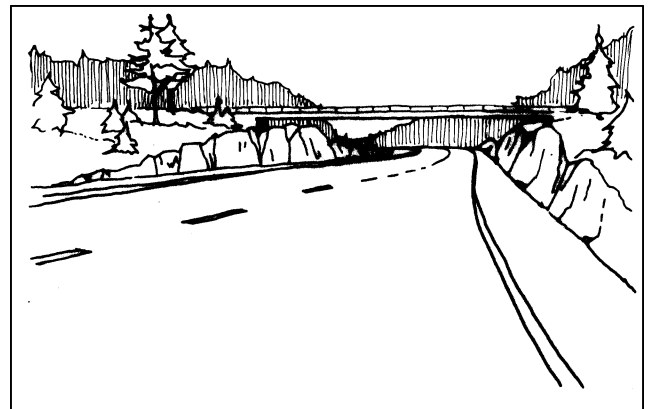
Rakennussuunnitelmassa esitetään tien rakentamisessa tarvittavat tarkat suunnitelmat. Rakennussuunnitelma laaditaan tiesuunnitelman pohjalta. Suuntaukseen rakennussuunnitelmassa voidaan tehdä vain vähäisiä tarkennuksia. Keskeistä on vaaka- ja pystygeometrian elementtien yksityiskohtainen yhteensovittaminen. Sivukaltevuusjärjestelyt suunnitellaan ja yhteen sovitetaan pituuskaltevuuksiin siten, että ajodynamiikan ja ajoradan pinnan kuivatuksen vaatimukset täyttyvät. Tien luiskakaltevuudet ja maastoon sovittaminen luiskapyörikyksin täsmennetään.

Rakennussuunnitelmassa suunnitellaan tien haittojen torjunnan ja lieventämisen tekniset ratkaisut, laaditaan tien ja tieympäristön toteutus suunnitelmat, valitaan tierakenteisiin rakennusmateriaalit ja määritellään alustavat työmenetelmät sekä suunnitellaan tarkemmin rakennustyön aikaisten ympäristövaikutusten vähentämistoimenpiteet. Rakennussuunnitelmassa määritellään myös työn laatuvaatimukset ja annetaan tarvittavat työohjeet rakentamista varten.

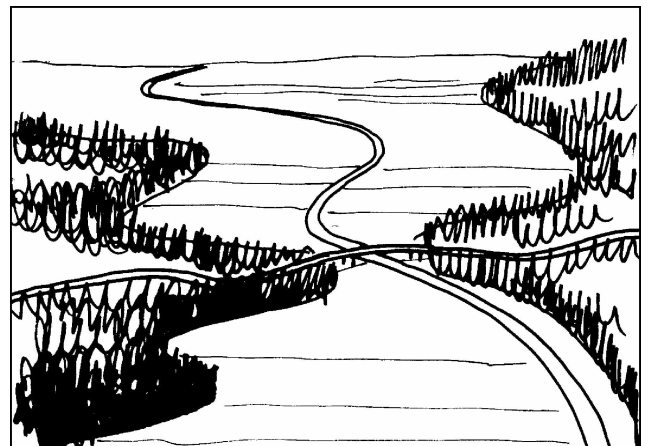
### 3.6 Sillat

Sillat ovat näkyvä osa tieympäristöä. Varsinkin vesistö sillat ovat usein samalla maiseman maamerkkejä. Linjaukseen hyvin liittyvä silta voi toimia samalla porttikohtana saavuttaessa taa-jamaan. Siltojen esteettisen suunnittelun perustana on niiden merkitystä kuvaava siltapaikka-luokitus.

Sillat sovitetaan maisemaan ja ympäristöön osana tien linjausta. Sijoituksessa hyödynnetään maaston luontaiset kapeikkokohdat ja korkeuserot. Sillan linjauksen ja tasauksen tulee jatkaa loogisesti tien suuntausta.



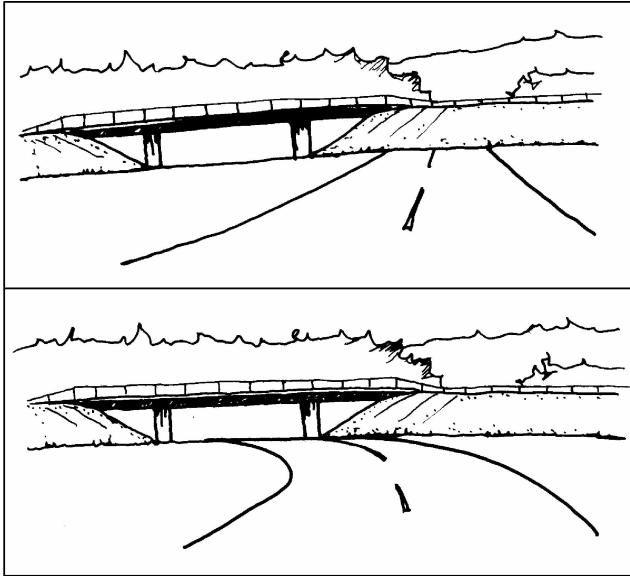
Kuva 3.19: Sillan sijoittaminen maaston korkeuseroja hyödyntäen.



Kuva 3.20: Luonteva risteyssillan sijoitus metsä- ja peltomaisemassa.

Sillan sijoittaminen mahdollisimman kohtisuoraan risteävään tiehen nähden on kustannuksiltaan edullisinta. Vinoissa ylityksissä sijoitetaan siltapilarit ja maatuet normaalisti alla ole-

van tien suuntaisesti. Kapea silta, kuten kevyen liikenteen silta, voidaan yleensä tehdä luontevasti suoraksi, vaikka risteyskulma on vino.



*Kuva 3.21: Alikulkevan tien linjauksen tulee jo kaukaa visuaalisesti ja johdonmukaisesti ohjata kohti siltaa.*

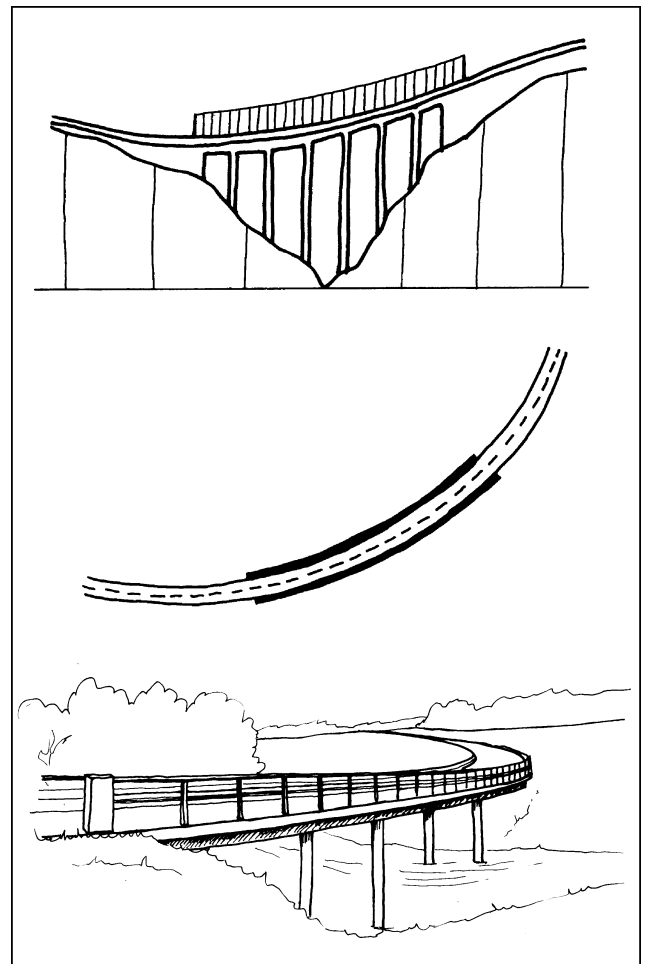
Sillan kohdan pysty- ja vaakageometrian suunnitteluun sekä niiden yhteensovittamiseen pätevät samat säännöt kuin muuhunkin tiensuunnitteluun. Tielinjan käänne pisteen sijoittamista sillalle tulee kuitenkin välttää.

Sillan ulkonäön kannalta on useimmiten edullista suunnitella sillan tasaus symmetriseksi ja lievästi kuperaksi. Voimakkaasti kuperan sillan linjauksen tulisi olla kaareva, jolloin siltageometria on optisesti ohjaava. Optista ohjausta voidaan parantaa mm. valaisimien ja muiden kalusteiden sijoittamisella ulkokaarten puolelle. Tien koveran tasauksen kohdalla silta kannattaa yleensä kuivatusteknisistä syistä pyrkiä sijoittamaan niin, että tasauksen alin piste ei sijoitu sillan kohdalle.

Vapaassa maisemassa silta suunnitellaan yleensä maisemaan sopeutuvaksi. Erityiskoh-teissa se voidaan tehdä maamerkiksi, ikään kuin maisemaveistokseksi. Suunnittelun tavoitteita ulkonäön osalta ovat sillan hahmottuminen riittävän kaukaa tieltä ja maisemasta, optinen ohjaus lähestyttäessä sekä sillan arkkitehtoninen ilme.

Taajaman reuna-alueilla sillat ovat visuaalisesti tärkeitä maamerkkejä ja kiintopisteitä. Sillan so-vittaminen arkkitehtuuriltaan ja ilmeeltään väylän luonteeseen ja muuhun tieympäristöön korostuu verrattuna maaseudun vapaaseen maisemaan ja haja-asutusympäristöön.

Keskusta-alueilla sillat ovat tärkeä osa kaupunkikuvaa. Siltojen arkkitehtoninen ilme, materiaalit ja muotokieli suunnitellaan tämän vuoksi rakennetun ympäristön ja kaupunkikuvan edellyttämällä tavalla.



*Kuva 3.22: Sillan tasaus ja linjaus jatkavat loogisesti tien suuntausta.*

### 3.7 Tunnelit

#### Suunnittelun lähtökohdat

Tunnelit ovat tieympäristön erikoisrakenteita, jotka rakennetaan ympäristön, yhdyskuntarakenteen tai maankäytön vuoksi. Tunneleilla vä-



hennetään tien ja liikenteen aiheuttamia haittoja. Kallioon louhittava tunneli ei aiheuta merkittäviä muutoksia yläpuoliseen ympäristöön; kasvillisuus, maankäyttö ja maisema säilyvät ennallaan, ihmisten ja eläinten kulkureitit eivät muutu eikä tiestä aiheudu estevaikutusta. Vapaassa ympäristössä ja haja-asutusalueilla tunnelin rakentamisen syitä ovat maaston suuret korkeuserot ja linjauksen sijoittuminen maaston suuntautuneisuutta vastaan, merkittävät maisema-, suojelu- ja luonnonalueet sekä asutukseen kohdistuvat melu- ym. haitat.

Taajamien keskusta- ja reuna-alueilla tunnelin rakentamisperusteita ovat korkeiden maastonkohtien, vesistöjen tai rakennettujen alueiden alittaminen tai tien rakentamisesta aiheutuvat merkittävät haitat asutukselle tai ympäristölle. Aluerakenne tai ekologiset alueet eivät pirstoudu. Tien sijaitessa tunnelissa maan pinnalle voidaan sijoittaa rakentamista, toimintoja tai virkistysalueita tai alue voidaan säilyttää luonnontilaisena.

Tunnelit parantavat kaupunkirakenteen yhtenäisyyttä. Tunneliin sijoitettu ohikulkutie voidaan tarvittaessa suunnata tiiviisti rakennetun keskusta-alueen kautta ilman, että tiestä aiheutuu merkittäviä muutoksia maankäytössä tai häiriötä yhdyskunnan toiminnalle tai kaupunkikuvalle. Osa taajaman moottoriajoneuvoliikenteestä voidaan samalla ohjata tunneliin, jolloin maanpäällisen liikenteen määrä ja haitat vähenevät ja kevyen liikenteen asema paranee.

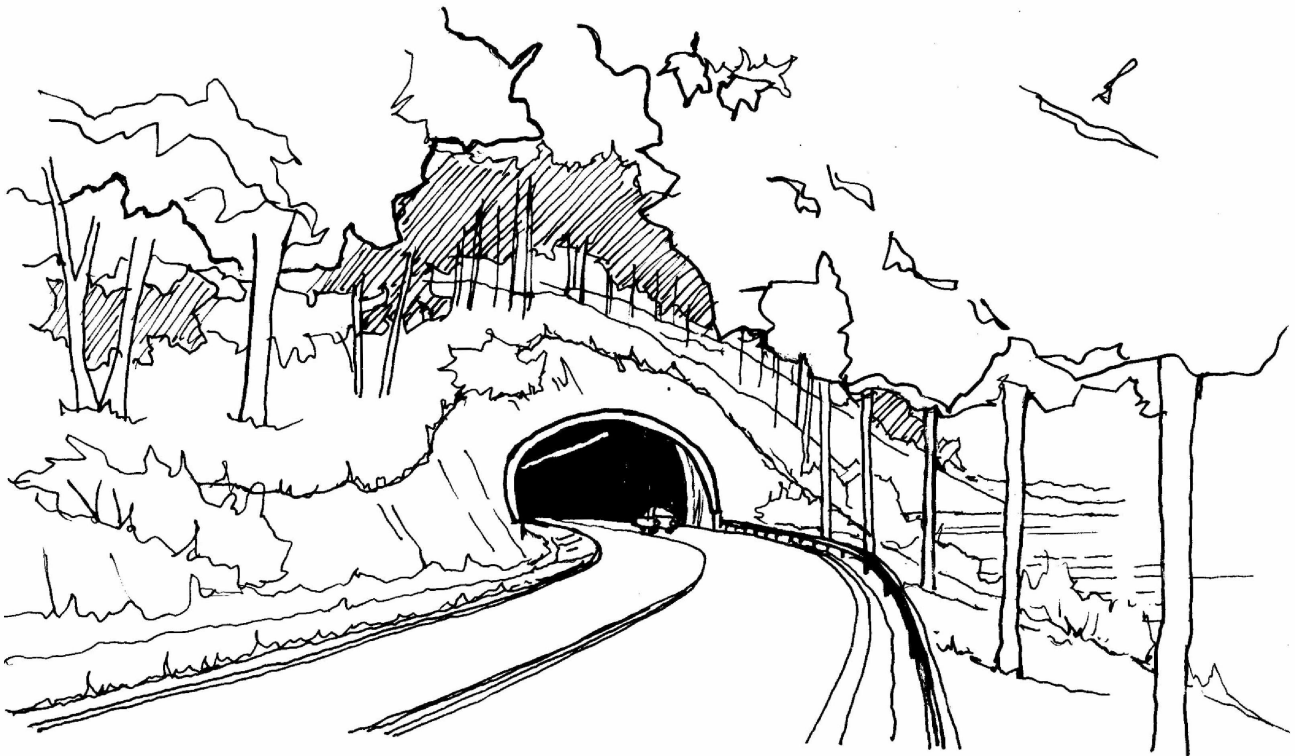
### **Tunnelien suuntaus ja tiegeometria**

Tietunnelien suuntauksen suunnittelussa noudatetaan samoja suunnitteluperiaatteita kuin muussakin tiensuunnittelussa. Tielinjaus suunnitellaan liikenneturvallisuussyistä loivakaarteiseksi ja poikkileikkaus avaraksi. Kaupunkialueilla joudutaan joskus käyttämään pieniä kaar-

resäteitä, jolloin on varmistettava, ettei tunnelin seinä muodostu näkemäesteeksi ja lyhennä näkemää alle vaadittavan. Tunnelin poikkileikkaus on tarvittaessa levennettävä näkemävaatimuksia vastaavaksi. Pienisäteisen koveran pyörityskaaren kohdalla tunnelin katto tai yläpuoliset liikenneopasteet voivat muodostua kuorma-autoilijoiden näkemäesteeiksi, mikä on huomioitava tasauksen pyörityssädettä valittaessa.

Tunnelin pituuskaltevuuden tulisi viettää kuivatuksen vuoksi jompaankumpaan suuntaan tai molempia suuaukkoja kohti. Suositeltava pituuskaltevuuden vähimmäisarvo on 1 % ja minimikaltevuus 0,25 %. Pitkät yli 2 % nousut lisäävät tuuletuskustannuksia. Nousut alentavat raskaiden ajoneuvojen nopeuksia ja edellyttävät lyhyilläkin 3 % ja yli olevilla pituuskaltevuuksilla lisäkaistatarpeen arvioinnin. Suuren pituuskaltevuuden ja seinävaikutuksen vuoksi kuljettaja voi menettää ajoneuvon nopeuden ja asennon hallinnan. Tien maksimipituuskaltevuus saa olla enintään tien toiminnallisen luokan mukaisen enimmäisarvon suuruinen.

Tunnelin lähestymisalueen luminanssivaatimusten pienentämiseksi on vältettävä sellaista suuntausta, jossa alhaalla oleva aurinko paistaa suoraan lähestymisalueelle suuaukon yläpuolelta tai tunnelin sisään. Tunnelista ulos ajavien kuljettajien häikäistyminen voidaan tehokkaimmin estää suuntaamalla tunneli niin, ettei aurinko pääse paistamaan tien suuntaisesti tunnelin sisälle. Häikäistymistä ei myöskään tapahdu, jos horisontti ei näy ulostuloalueelta katsottuna. Häikäisyä estävät ritilät ovat joskus käyttökelpoisia ratkaisuja kunhan lumen kertyminen ja jääpuikkojen muodostuminen niihin estetään. Suuaukon rakenteet on muutenkin suunniteltava niin, että liukkaus ja lumen kertyminen estetään. Suuntauksen on oltava sellainen, ettei suuaukkojen lähellä tapahdu yllättäviä ajolinjan muutoksia.

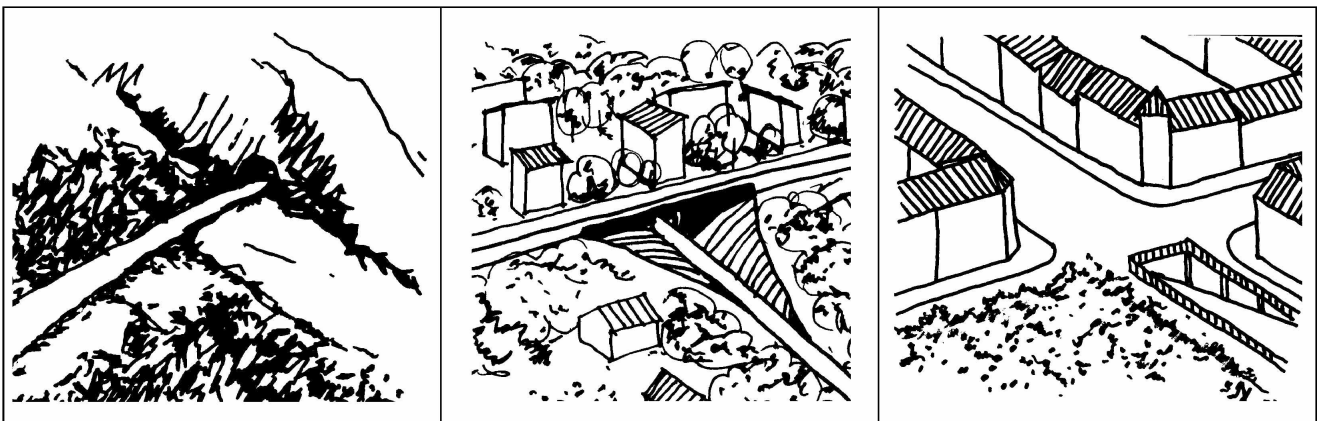


Kuva 3.23: Tiekaide ja puurivi tehostavat tielinjauksen optista ohjausta tunneliin ajettaessa.

Vapaassa maisemassa tunnelin suuaukko pyritään sijoittamaan jyrkkään kalliorinteeseen maisema- ja ympäristöhaittojen vähentämiseksi. Kasvillisuuden ja maastonmuotoilun avulla suuaukko voidaan sovittaa maisemaan ja luonnonympäristöön.

Taajamaympäristössä tunnelin suuaukko, sitä ympäröivät rakenteet ja rampit suunnitellaan osana kaupunkikuvaa.

Koneellista ilmanvaihtoa vaativien tunnelien poistoilma- ja muut tekniset rakenteet tulee sovittaa ympäröivään maankäyttöön ja lähiympäristöön.



Kuva 3.24: Esimerkkejä eri aluetyyppien tunneleiden suuaukoista.

## 4 NÄKEMÄT JA NÄKEMÄALUEET

### 4.1 Yleistä

Näkemällä tarkoitetaan ajorataa pitkin mitattua matkaa, minkä etäisyydelle ajoneuvon kuljettaja voi nähdä ajoradalla olevan esteen minkään rakenteen, leikkausluiskan, kasvillisuuden, lumen tms. estämättä. Liikenneturvallisuus, liikenteen välityskyky ja liikenteen sujuminen edellyttävät väylillä tiettyjä miniminäkemä mm. ajoneuvon turvallista pysäyttämistä, väylälle liittymistä ja toisen ajoneuvon ohittamista varten.

Näkemäsuunnittelussa ja -tarkastelussa käytettävät näkemät ovat:

- pysähtymisnäkemä
- kohtaamisnäkemä
- ohitusnäkemä
- liittymisnäkemä
- päätöksentekonäkemä

Joukkoliikenteen käyttämillä väylillä tulee olla sellaiset näkemäolosuhteet, että linja-auton kuljettaja voi esteen ajoradalla havaitessaan tarvittaessa pysäyttää ajoneuvon aiheuttamatta seisovalle matkustajalle onnettomuusriskiä. Taaajama-alueiden ulkopuolella ei tätä erillistä joukkoliikennettä koskevaa näkemätarkastelua yleensä tarvita.

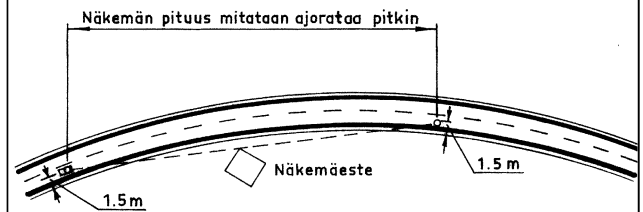
Näkemäalueella tarkoitetaan näkemien perusteella määräytyvää aluetta, jonka sisäpuolella ei saa liikenneturvallisuuden takia olla rakennuksia eikä näkyvyyttä haittaavia luonnonesteitä, kasvillisuutta, rakennelmia ja laitteita. Näkemäalueita varataan tien kaarrekohdissa, teiden liittymissä sekä tien ja rautatien tasoristeyksissä.

### 4.2 Pysähtymisnäkemä

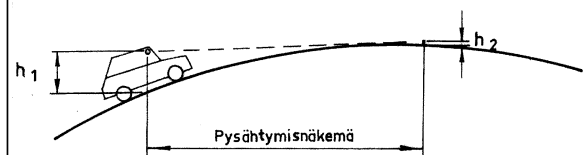
Tien ajoradalla on oltava joka kohdassa vähintään pysähtymisnäkemä, jotta ajoneuvon kuljettaja pystyisi mitoitusnopeutta ajaessaan pysäyttämään ajoneuvonsa ennen yllättäen havaitsemaansa estettä. Näkemätarkastelussa käytettävä mitoituspysähtymismatka koostuu:

- reaktioaikana kuljetusta matkasta
- jarrutuksen aikana kuljetusta matkasta

A Pysähtymisnäkemä tien kaarrekohdassa.



B Pysähtymisnäkemä tasausviivan kuperan pyöristyksen kohdalla.



$h_1$  = silmäpisteen korkeus 1,1 m  
 $h_2$  = esteen korkeus 0,2 m tai 0,35 m ja yläosasta näkyvissä näkemäkulman ( $1^\circ/60$ ) mukainen osuus

Kuva 4.1: Pysähtymisnäkemän mittaaminen.

Pysähtymismatka lasketaan yhtälöllä:

$$L_p = \frac{v}{3.6} t_r + \frac{v^2}{254(f_{jk} + i)}$$

jossa  $L_p$  = pysähtymismatka (m)  
 $v$  = mitoitusnopeus (km/h)  
 $t_r$  = reaktioaika (s)  
 $f_{jk}$  = jarrutuskitkakerroin (-)  
 $i$  = tien pituuskaltevuus, ylämäkeen pos., alamäkeen neg. (-)

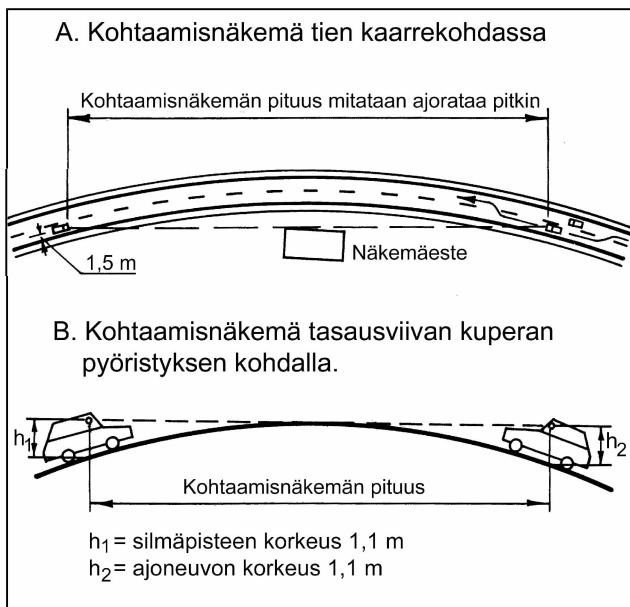
Maanteillä sallitut pituuskaltevuudet ja niiden vaikutus pysähtymismatkoihin ovat normaalisti pieniä. Tiegeometrian suunnittelussa jätetään pituuskaltevuus siksi erityistapauksia lukuun ottamatta huomioimatta ja käytetään eri suunnittelu- ja laatuluokissa vähintään taulukon 4.1 vaakasoran tien pysähtymisnäkemä. Tien pituuskaltevuuden huomioivat pysähtymismatkakuvajat ovat liitteessä 1.

Taulukko 4.1: Pysähtymisnäkemä.

Suunnittelu- nopeus (km/h)	Pysähtymisnäkemä (m)		
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyt- tävä	Välttävä (taajama)
30	30	25	20
40	45	35	30
50	70	55	45
60	100	75	65
70	130	95	85
80	160	120	105
100	215	180	
120	280	260	

### 4.3 Kohtaamisnäkemä

Kohtaamisnäkemä on matka, minkä etäisyydellä kahden kohtaavan ajoneuvon kuljettajat voivat nähdä toistensa ajoneuvot ja normaaliolosuhteissa pysähtyä yhteenajon välttämiseksi. Kohtaamisnäkemän pituuden mittaaminen on esitetty kuvassa 4.2.



Kuva 4.2: Kohtaamisnäkemän mittaaminen.

Eri suunnittelu- ja laatuluokkiin kuuluvat kohtaamisnäkemäarvot, jotka ovat geometrisessa suunnittelussa kaksi kertaa pysähtymisnäkemämatkan pituisia, on esitetty taulukossa 4.2.

Taulukko 4.2: Kohtaamisnäkemä.

Suunnittelu- nopeus (km/h)	Kohtaamisnäkemä (m)		
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyt- tävä	Välttävä (taajama)
30	60	50	40
40	90	70	60
50	140	110	90
60	200	150	130
70	260	190	
80	320	240	
100	430	360	

Leveäkaistaisella tiellä, jolla voi ohittaa omalla kaistalla, on oltava vähintään kohtaamisnäkemä jokaisessa tien kohdassa. Kohtaamisnäkemä on oltava myös kaksisuuntaisesti liikennöitävillä yksiajokaistaisilla teillä ja kaduilla.

### 4.4 Ohitusnäkemä

Ohitusnäkemä on matka, minkä etäisyydelle ajoneuvon kuljettajan on nähtävä tien suuntaan voidakseen normaaliolosuhteissa ohittaa edellä kulkevan ajoneuvon ilman, että ohituksen alkamishetkellä näkyviin tulevan, vastakkaiseen suuntaan kulkevan ajoneuvon tarvitsee alentaa nopeuttaan. Ohitusnäkemää tarvitaan kaksikaistaisilla, kahteen suuntaan liikennöidyillä teillä.

Taulukko 4.3: Ohitusnäkemä.

Suunnitteluno- peus (km/h)	Ohitusnäkemä (m)	
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyttävä
50	600	550
60	650	600
70	700	650
80	800	700
100	900	850

Taulukon 4.3 vähimmäisarvojen mukaisissa näkemäolosuhteissa henkilöauto voi ohittaa 25.25 m pitkän ajoneuvoyhdistelmän, joka ajaa 20 % nopeusrajoitusta hitaammin, ylittämättä nopeusrajoitusta sekä ilman, että vastakkaiseen suun-

taan sallitulla nopeudella ajava ajoneuvo joutuu alentamaan nopeuttaan. Ohjearvoisilla näkemäpituuksilla nopeusero voi olla pienempi.

Tiellä tulee olla ohitusmahdollisuuksia säännöllisin välein. Kaksikaistaisilla maaseututeilla tulee niiden tieosuuksien, joilla on ohitusnäkemä tai pidempi näkemä, yhteen laskettu osuus koko tiepituudesta ja etäisyys ohitusnäkemän lopusta seuraavan alkuun olla *taulukossa 4.4* esitetyn mukainen. Näkemävaatimusten täyttyminen tarkistetaan kummassakin ajosuunnassa. Ohitusnäkemäosuuteen lasketaan mukaan ajosuunnan ohituskaistat ja siihen ei sisällytetä ohituskiellossa olevia ohitusnäkemäkohtia.

*Taulukko 4.4: Ohitusnäkemäosuuden vähimmäismäärä ja maksimiohitusnäkemäväli.*

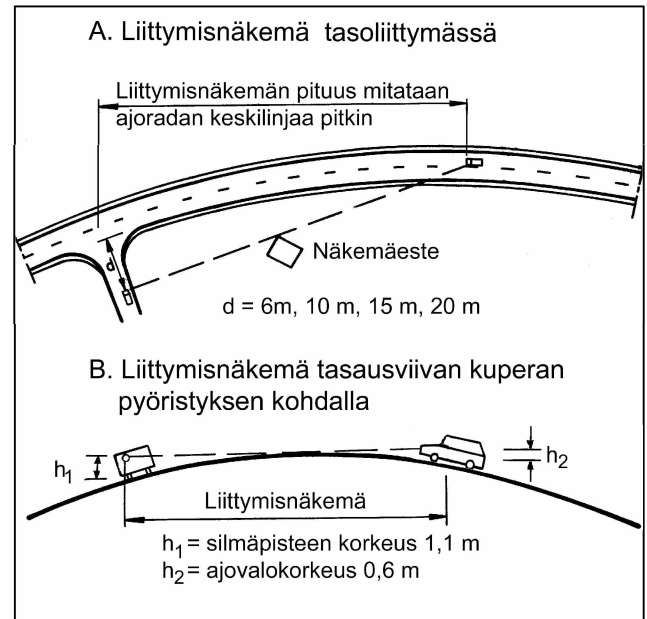
Tieluokka		Ohitusnäkemäosuuden vähimmäismäärä tiepituudesta (%)	Maksimietäisyys ohitusnäkemäosuuden lopusta seuraavan alkuun (km)
Valta- ja kantatie	KVL > 3000	30	2
	KVL < 3000	25	3
Seututie		15	3
Yhdystie		10	4

## 4.5 Liittymisnäkemä

Liittymisnäkemä on matka, mille etäisyydelle tasoliittymään saapuvan väistämisvelvollisen ajoneuvon kuljettajan on nähtävä etuajo-oikeutetun tien suuntaan voidakseen arvioida tilanteen sellaiseksi, että hän voi kääntyä etuajo-oikeutetulle tielle tai ylittää sen.

Päätien suunnassa näkemän tulee olla niin pitkä, että liittyvältä tieltä tai kadulta saapuvan ajoneuvon kuljettaja kykenee arvioimaan onko päätieltä pitkin lähestyvä ajoneuvo riittävän etäällä liittymästä eli onko aikaväli ajoneuvoon riittävä.

Liittymisnäkemän pituuden mittaaminen on esitetty *kuvassa 4.3*. Liittyvän suunnan mittaus-etäisyyden valintaa on käsitelty tarkemmin Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) asetuksessa näkemäalueista.



*Kuva 4.3: Liittymisnäkemän mittaaminen.*

Mitoitusliittymisnäkemät ovat *taulukon 4.5* mukaiset.

*Taulukko 4.5: Liittymisnäkemä.*

Suunnittelunopeus (km/h)	Liittymisnäkemä (m)	
	Ohjearvo tai hyvä	Vähimmäisarvo tai tyydyttävä <sup>1)</sup>
30	60	60 (40)
40	80	80 (60)
50	120	105 (80)
60	160	130 (100)
70	200	160 (120)
80	230	200 (150)
100	300	270 (240)
120	370	370 (360)

<sup>1)</sup> Suluissa mainittuja arvoja voidaan käyttää erityisistä syistä

## 4.6 Päätöksentekonäkemä

Kuljettaja kykenee yleensä pysäyttämään auton törmäämättä tiellä olevaan esteeseen, jos hän havaitsee esteen vähintään pysähtymisnäkemän etäisyydeltä. Pysähtymisnäkemä ei kuitenkaan riitä, jos oikean johtopäätöksen teko edessä olevasta tilanteesta on vaikea tai jos tilanne

tai liikenteen sujuvuus edellyttää pysähtymistä vaativampaa ajosuoritusta.

Päätöksentekonäkemällä tarkoitetaan etäisyyttä, jolta kuljettajan on nähtävä tienpinta kyetäkseen reagoimaan oikein sekä suoriutumaan turvallisesti ja sujuvasti kaistanvalinnasta ja muista pysähtymistä vaativammista ajosuorituksista. Päätöksentekonäkemää vaativia tienkohtia ovat esimerkiksi eritasoliittymät, tien poikkileikkauksen muutoskohdat (esim. ajokaistojen päättymiskohdat) ja kohdat, joissa on useita autoilijan huomiota vaativia opasteita.

Päätöksentekonäkemien pituudet on esitetty taulukossa 4.6. Tiensuunnittelussa käytetään normaalisti tavanomaisen päätöksentekotilanteen mukaisia näkemiä. Vaikean päätöksentekotilanteen mukaisia näkemäpituuksia voidaan tarvita monikaistaisten moottoriteiden liittymisissä.

Taulukko 4.6: Päätöksentekonäkemä.

Suunnittelunopeus (km/h)	Päätöksentekonäkemä (m)	
	Ohjearvo tai hyvä <sup>1)</sup>	Vähimmäisarvo tai tyydyttävä <sup>1)</sup>
50	160 (210)	140 (190)
60	200 (270)	170 (230)
70	230 (310)	200 (270)
80	270 (350)	230 (310)
100	320 (410)	300 (390)
120	360 (470)	360 (470)

<sup>1)</sup> Suluissa mainittuja arvoja käytetään vaikeassa päätöksentekotilanteessa

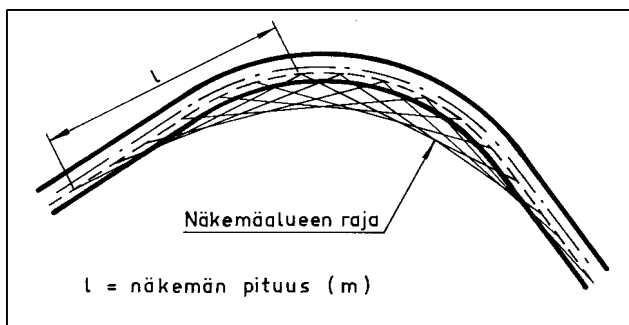
## 4.7 Näkemäalueet

Näkemää tien suunnassa voivat rajoittaa tielinjan kaarrekohdissa kaarteiden sisäreunan puolella olevat näkemäesteet ja tasausviivan kupe-  
ran pyöristyksen kohdalla tien pinta. Riittävien näkemäalueiden saavuttaminen on yleensä hel-  
pointa tien pengerosuuksilla ja tasausviivan ol-  
lessa kovera tai suora. Edullisinta on sijoittaa  
näkemää rajoittavat kaarteet ja tasausviivan ku-  
perat pyöristykset kohdakkain ja järjestää muul-  
le tieosalle mahdollisimman esteettömät näke-  
mäolosuhteet (liite 2).

Tien kaarrekohdassa tarvittava näkemäalue va-  
rataan vähintään pysähtymisnäkemän perus-  
teella (kuva 4.1). Leveäkaistaisella tiellä sekä  
yksiajokaistaisella, kahteen suuntaan liiken-  
nöidyllä tiellä näkemäalue varataan vähintään  
kohtaamisnäkemän mukaan (kuva 4.2). Näke-  
mäalue voidaan poikkeustapauksessa varata  
myös esim. ohitusnäkemän perusteella, jos tiel-  
lä on vähän ohituskelpoisia osuuksia ja ohitus-  
näkemäolosuhteet ovat kohtuullisin kustannuk-  
sin järjestettävissä.

Näkemätarkasteluissa kuljettajan, ajoesteen ja  
ajoneuvon oletetaan sijaitsevan ajoradalla 1.5 m  
etäisyydellä sen ajokaistan oikeasta reunasta,  
joka antaa lyhimmän näkemän. Keskikaiteelli-  
sen tien ulkokaarteiden puoleisella ajoradalla voi  
keskikaide muodostaa näkemäesteen. Tätä se-  
kä yksisuuntaisten tietunnelien ja vastaavien  
ulkokaarteita koskeva näkemä- ja kaarresäde-  
tarkastelu tehdään luvun 5.2.2 mukaisesti. Liit-  
tymisnäkemätarkastelussa (kuva 4.3) liittyvällä  
tiellä olevan kuljettajan oletetaan sijaitsevan tien  
keskellä ja etuajo-oikeutetulla tiellä olevan ajo-  
neuvon sisimmän ajokaistansa sisäreunassa.

Näkemäalueen raja ja näkemäraivausten sekä -  
leikkausten tarve määrätään tielinjan, tasausvi-  
van, poikkileikkauksen, maaston ja lumivaran  
sekä näkemäsäteiden korkeuden perusteella.  
Lumipinnan korkeutena voidaan käyttää 0.5 –  
1.0 m paikallisten olosuhteiden mukaan. Kaitei-  
den, istutetun kasvillisuuden ja liikennemerkkien  
vaikutus tulee myös tarkistaa. Yksittäisiä puita,  
sähkö- ja puhelinpylväitä ym. kapeita esteitä  
voidaan jättää näkemäalueelle, kunhan ne eivät  
sijaitse lähellä tien reunaa ja estä haitallisesti  
näkyvyyttä.



Kuva 4.4: Näkemäalueen rajan määrittäminen  
tien kaarrekohdassa ajorataa pitkin mitattujen  
näkemien päätepisteiden yhdysjanojen verho-  
käyränä.

## 5 GEOMETRINEN SUUNNITTELU

### 5.1 Lähtökohdat

Tiegeometria määräytyy suuntauksen eli tielinjan ja tasauksen sekä lisäksi poikkileikkauksen perusteella. Kukin näistä muodostuu useista mitoitustekijöistä eli elementeistä. Suuntauksen geometrisessa suunnittelussa valitaan linjauksen ja tasauksen elementit sekä sovitetaan ne yhteen siten, että tielle saadaan ajo- ja rakennuskustannusten, liikenteenvälityskyvyn, näkemäolosuhteiden, ajodynamiikan ja –turvallisuuden, ulkonäön ja ympäristön sekä tien kuivatuksen kannalta tarpeellinen sijainti ja muoto.

Geometrinen suunnittelu ja mitoituksen lähtökohtana on lähinnä tien toiminnallisen luokan sekä paikallisten olosuhteiden perusteella määräytyvä suunnittelunopeus ja edelleen mitoitusnopeus. Tien geometriseen mitoitukseen vaikuttaa lisäksi tien toiminnallisen luokan, mitoitustiikenteen ja paikallisten olosuhteiden perusteella valittava tietyppi.

Tien suuntaus on aina pyrittävä suunnittelemaan siten, että linjauksen ja tasauksen elementtien suuruusvaihtelu on kohtuullinen ja keskinäinen suhde mm. optisen ohjauksen osalta oikea. Elementtien suuret koko- ja suhdevaihtelut aiheuttavat tie- ja ajo-olosuhteissa äkillisiä muutoksia, jotka ovat ajoneuvojen kuljettajille yllättäviä ja aiheuttavat vaaratilanteita.

### 5.2 Linjaus

#### 5.2.1 Yleiset mitoituseriaatteen

Tielinjalla tarkoitetaan suorista ja kaarteista muodostettua linjaa, joka määrää tien sijainnin. Tielinjan suunnitteluelementteinä käytetään suoraa, ympyränkaarta ja siirtymäkaarta.

Yksiajorataisella tiellä tielinja osoittaa yleensä ajoradan keskikohdan. Kaksiajorataisella, neliakaistaisella tiellä tielinja osoittaa joko keskikaistan keskikohdan tai on vakioetäisyydellä toisen ajoradan keskiviivasta. Keskikaistan leveyden vaihdeltaessa tai ollessa poikkeuksellisen leveä, voi ajoradoilla olla myös omat erilliset linjauksensa. Kaksiajorataisella, keskikaiteellisella tiellä tielinja kulkee yleensä tien keskellä. Ohituskaistojen kohdalla tielinja on tien leventämisme-

nettelystä riippuen joko yksikaistaisen ajosuunnan peruskaistan sisäreunassa tai tien keskellä.

#### 5.2.2 Tielinjan elementit

##### Suora tielinja

Suora tie sopii tasaiseen maastoon ja tarjoaa hyvät näkemä- ja ohitusolot. Mäkisessä maastossa sillä ei yleensä saavuteta tien ja maaston sopusointua. Liittymien näkemäolosuhteiden ja -aluejärjestelyjen kannalta on suora tielinja edullisin. Vastaan tulevien ajoneuvojen nopeuden sekä etäisyyden arviointi on suoralla tiellä kuitenkin vaikeampaa kuin kaarteissa ja vastaan tulevien ajoneuvojen kaukovalot saattavat taisaisella tiellä häiritä ja häikäistä jo kaukaa. Ohitustarpeeseen ja olosuhteisiin nähden liian pitkiä suoraa ei ole syytä käyttää myöskään sen takia, että ylipitkät suorat ovat yksitoikkoisia ja väsyttäviä ajaa.

##### Ympyräkaari

Ympyräkaaren säteen suuruus valitaan siten, että ajoneuvon vaikuttavat sivusuuntaiset voimat eivät ylitä ajoturvallisia ja –mukavia rajoja, tielinjan kaarteiden kohdalla saavutetaan riittävät näkemät sekä siten, että tielle tulee joustava muoto.

Ympyräkaaren muotoisella tiellä tasaisella nopeudella liikkuvaan ajoneuvon vaikuttaa sivukiihtyvyydestä johtuva keskipakoisvoima, jonka suuruus riippuu kaarresädestä ja ajonopeudesta. Jotta ajoneuvo ei liukuisi kaarteissa pois ajoradalta, on tämä voima kumottava ajoradan sivukaltevuudella sekä tien pinnan ja ajoneuvon renkaiden välisellä kitkavoimalla. Eri mitoitusnopeuksilla tarvittava kaarresäde lasketaan yhtälöllä:

$$R = \frac{v^2}{127 * (q + f_s)}$$

jossa R = kaarresäde (m)  
v = mitoitusnopeus (km/h)  
q = sivukaltevuus ( - )  
f<sub>s</sub> = sivukitkakerroin ( - )

Tie suunnitellaan kaarteiden kohdalla yleensä yksipuolisesti sivukaltevaksi. Taulukossa 5.1 on

esitetty luvun 2.3 ajotekniisiin perusarvoihin pohjautuvat minimikaarresäteet, joita voidaan käyttää eri suunnittelunopeuksilla yksipuolisesti sivukallistetuilla teillä. Maanteiden tasoliittymien kohdalla on kaarresäteen mm. näkemäjäriste-

lyjen takia oltava vähintään noin 1.5-kertainen taulukon 5.1 sivukaltevuutta 3 % vastaaviin minimiarvoihin nähden. Eri tieluokilla ja päällysteillä sallitut pienimmät ja suurimmat sivukaltevuudet on käsitelty luvussa 5.4.

*Taulukko 5.1: Kaarresäteen ajodynamiikan mukaiset minimiarvot eri suunnittelunopeuksilla.*

Sivukaltevuus (%)	Kaarresäde (m)											
	30 km/h			40 km/h			50 km/h			60 km/h		
	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)
2 <sup>1</sup>	40	40	35	75	75	60	170	135	100	320	220	160
3	35	35	30	70	70	55	160	125	95	300	200	150
4	35	35	30	65	65	55	150	115	90	280	190	140
5	35	35	30	65	65	50	140	110	85	260	180	135
6										240	170	130
Sivukaltevuus (%)	70 km/h			80 km/h			100 km/h			120 km/h		
	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)
2 <sup>1</sup>	460	330	240	640	460	340	1000	900	660	1500	1500	
3	420	300	220	580	420	320	900	800	600	1300	1300	
4	390	280	210	530	390	300	810	720	560	1100	1100	
5	360	260	200	490	360	280	740	650	520	1000	1000	
6	340	240	190	460	340	260	680	600	490			

<sup>1</sup> Voidaan käyttää kaarevilla silloilla päällysteen kuivatuksen salliessa

Tie voidaan suunnitella kaksipuolisesti sivukaltevaksi tielinjan kaarteiden kohdalla (taulukko 5.2) esim. kuivatusjärjestelyjen yksinkertaistamisen tai parantamisen takia. Kaksipuolinen sivukaltevuus on tällöin yleensä yhtä suuri kuin suoran tieosan kaltevuus. Kaltevuus voidaan päällystetyn kuivatuksen salliessa tehdä tarvittaessa

pienemmäksi kuin suoralla tiellä. Kaksipuolista sivukaltevuutta ja sen mukaisia kaarresäteitä on käytettävä tielinjan kaarekohdissa ainakin uudelle tielinjalle rakennettavilla keskikaiteellisilla nelikaistateilla (2+2) ja vastaavilla sekä vaurduttaessa niihin vaihteittain rakentamisen yhteydessä.

*Taulukko 5.2: Kaarresäteen ajodynamiikan mukaiset minimiarvot kaksipuolisesti sivukallistuissa kaarteissa eri suunnittelunopeuksilla.*

Sivukaltevuus (%)	Kaarresäde (m)											
	30 km/h			40 km/h			50 km/h			60 km/h		
	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)
2,5	120	120	100	250	250	180	500	400	300	1000	650	500
3	150	150	120	300	300	220	650	500	400	1200	800	600
4	300	300	250	600	600	500	1400	1100	800	2500	1700	1300
Sivukaltevuus (%)	70 km/h			80 km/h			100 km/h			120 km/h		
	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävää (taajama)
2,5	1400	1000	750	1900	1400	1000	3000	2600	2000			
3	1700	1200	900	2400	1700	1300	3600	3200	2500			
4	3500	2500	1900	4800	3500	2700	7300	6500	5000			



Eritasoliittymien kohdalla käytetään *taulukon 5.3* mukaisia kaarresäteen minimiarvoja.

*Taulukkoa 5.3: Kaarresäteet eritasoliittymien erkanemis- ja liittymisalueilla eri suunnittelunopeuksilla.*

	Kaarresäde (m)		
	Päätien suunnittelunopeus (km/h)		
	80	100	120
Päätien vähimmäiskaarresäde erkanemis- ja liittymisalueilla	1500	2000	3000
Poikkeuksellisesti hyväksyttävä vähimmäiskaarresäde erkanemisalueella	800 <sup>1</sup>	1000 <sup>1</sup>	2000
Poikkeuksellisesti hyväksyttävä vähimmäiskaarresäde liittymisalueella (- vas., + oik.)	- 600 <sup>1</sup> + 800 <sup>1</sup>	- 800 <sup>1</sup> + 800 <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Voidaan käyttää taajamaverkon moottori- ja muilla väylillä

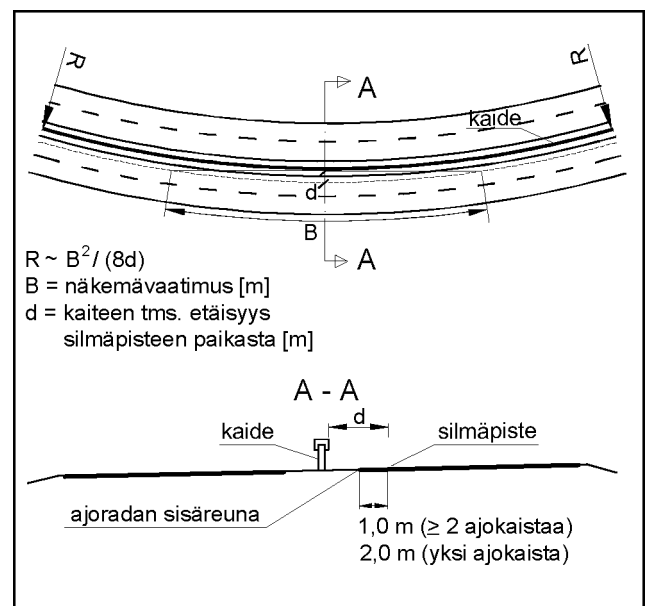
Kaarteen sisäpuoliset näkemäesteet rajoittavat näkemää tien suunnassa. Leikkauksissa, tunneleissa ja tukimuurien, betonikaiteiden ym. haitallisten näkemäesteiden kohdalla on käytettävä näkemävaatimusten saavuttamiseksi riittävän suurta sädettä tai näkemäalue on raivattava vapaaksi näkemäesteistä.

Ympyränkaaren säteen näkemävaatimuksiin perustuva minimiarvo voidaan yksi- ja kaksisuuntaisesti liikennöidyille teille yleensä likimääräisesti määrätä *kuvan 5.2* nomogrammistä, kun näkemäesteen etäisyys silmäpisteestä paikasta (1,5 m ajoradan reunasta) tunnetaan.

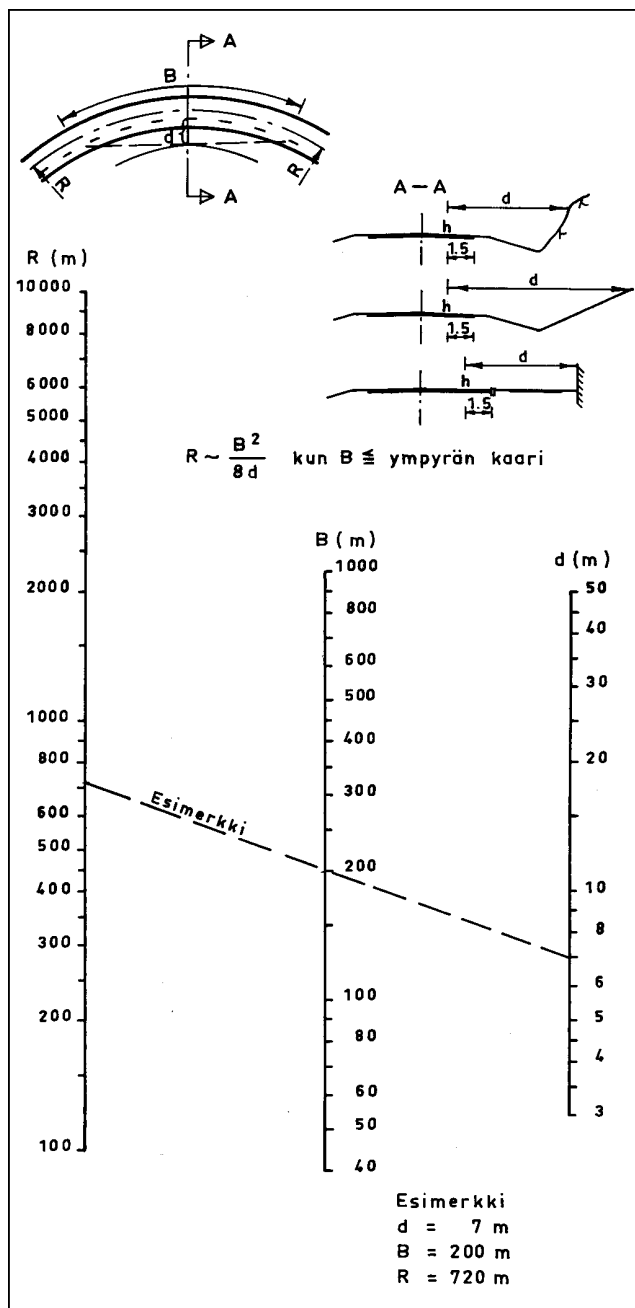
Keskikaiteellisella tiellä näkemää voi pahiten rajoittaa itse keskikaide (*kuva 5.1*) ja tietunneleissa, leikkauksessa ym. ajoratojen välissä oleva kallioseinä tai vastaava. Tällöin kaksi- tai useampikaistaisen ajosuunnan vasemmalle kaartavien ns. ulkokaarreosuuksien minimikaarresäteitä esim. *kuvan 5.2* nomogrammistä määritettäessä, oletetaan silmäpisteestä paikaksi 1,0 m ajoradan sisäreunasta. Kaksikaistaisilla keskikaiteellisilla teillä (1+1) ja keskikaiteellisten ohituskaistakohtien (2+1) yksikaistaisessa ajosuunnassa silmäpisteestä katsotaan keskikaiden näkemätarkastelussa 2,0 m ajoradan sisäreunasta.

Pysähtymisnäkemän ohje- ja vähimmäisarvoja vastaavat minimikaarresäteet tavallisimmilla suunnittelunopeuksilla ja näkemäesteen eri etäisyyksillä silmäpisteestä on esitetty *kuviissa*

*5.4 ja 5.5.* Leveäkaistaisilla teillä sekä kaksisuuntaisesti liikennöitävillä yksikaistaisilla teillä vaadittavan kohtaamisnäkemän mukaiset ohje- ja vähimmäiskaarresäteet leveäkaistaisen tien suunnittelunopeuksilla on vastaavasti esitetty *liitteessä 3*. Nomogrammit tavanomaisen päätöksentekotilanteen mukaisia ohje- ja vähimmäisarvoja päätöksentekonäkemiä vastaavien kaarresäteiden määrittämiseksi ovat *liitteessä 4*.



*Kuva 5.1: Keskikaiteellisen tien kaarresäteiden minimiarvon määrittäminen (silmäpisteestä paikasta määräytyy ulkokaarteen puoleisen ajosuunnan kaistamäärän perusteella).*



Kuva 5.2: Kaarresäteen minimiarvo näkemävaatimuksen perusteella.

### Siirtymäkaari

Siirtymäkaareksi nimitetään kaarta, jonka säde muuttuu vähitellen. Siirtymäkaarta käytetään, jotta tielinjan kaarevuuden muutoksista aiheutuvat sivukiihtyvyyden muutokset tapahtuisivat miellyttävästi, tien sivukaltevuuden muutokset voitaisiin tehdä tasaisesti siirtymäkaarien matkalla ja tielle saataisiin optisesti joustava muoto.

Siirtymäkaarena käytetään yleensä klotoidia. Klotoidi on käyrä, jonka kaarevuus muuttuu lineaarisesti eli suoraviivaisesti klotoidikaaren matkalla. Klotoidin mitoitusohjearvot eivät riipu tietypistä. Poikkeustapauksissa, kuten suurten kaarresäteiden yhteydessä voidaan siirtymäkaari jättää pois. Klotoidin perusyhtälö on:

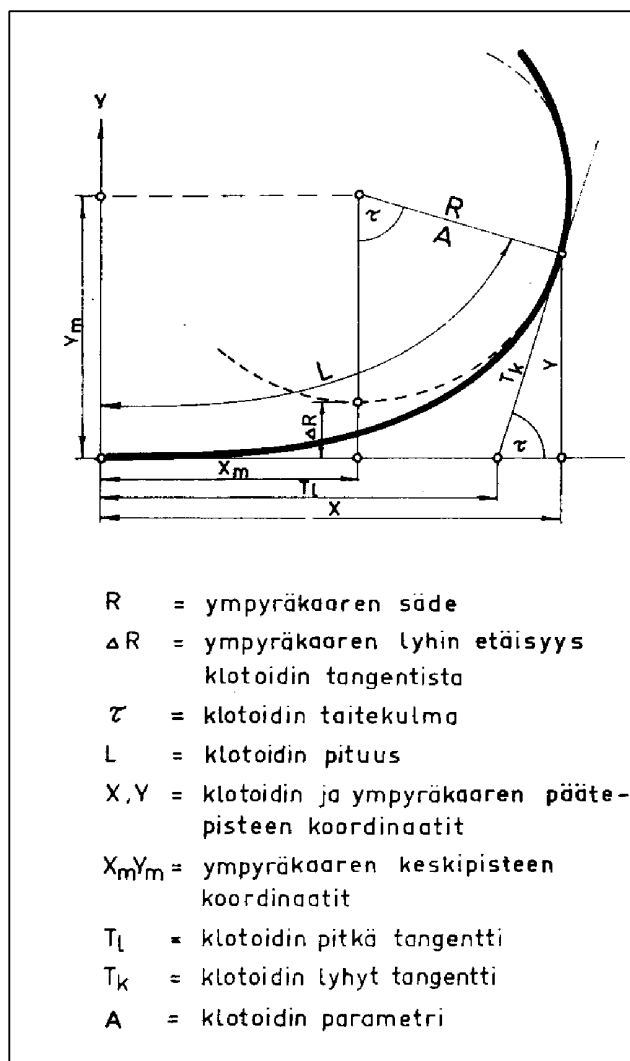
$$A^2 = RL$$

jossa  $A$  = klotoidin parametri

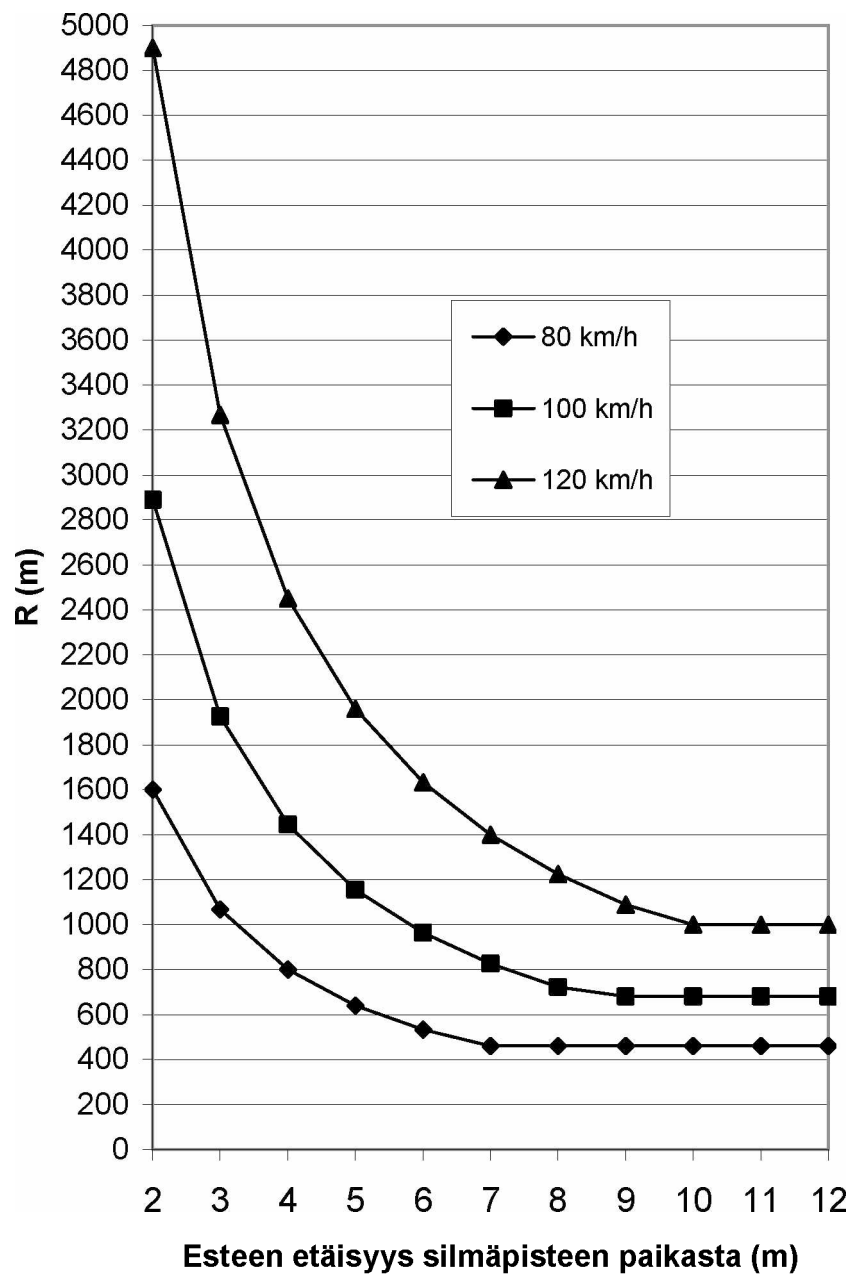
$L$  = klotoidin kaaren pituus

$R$  = kaarresäde etäisyydellä  $L$  klotoidin alkupisteestä

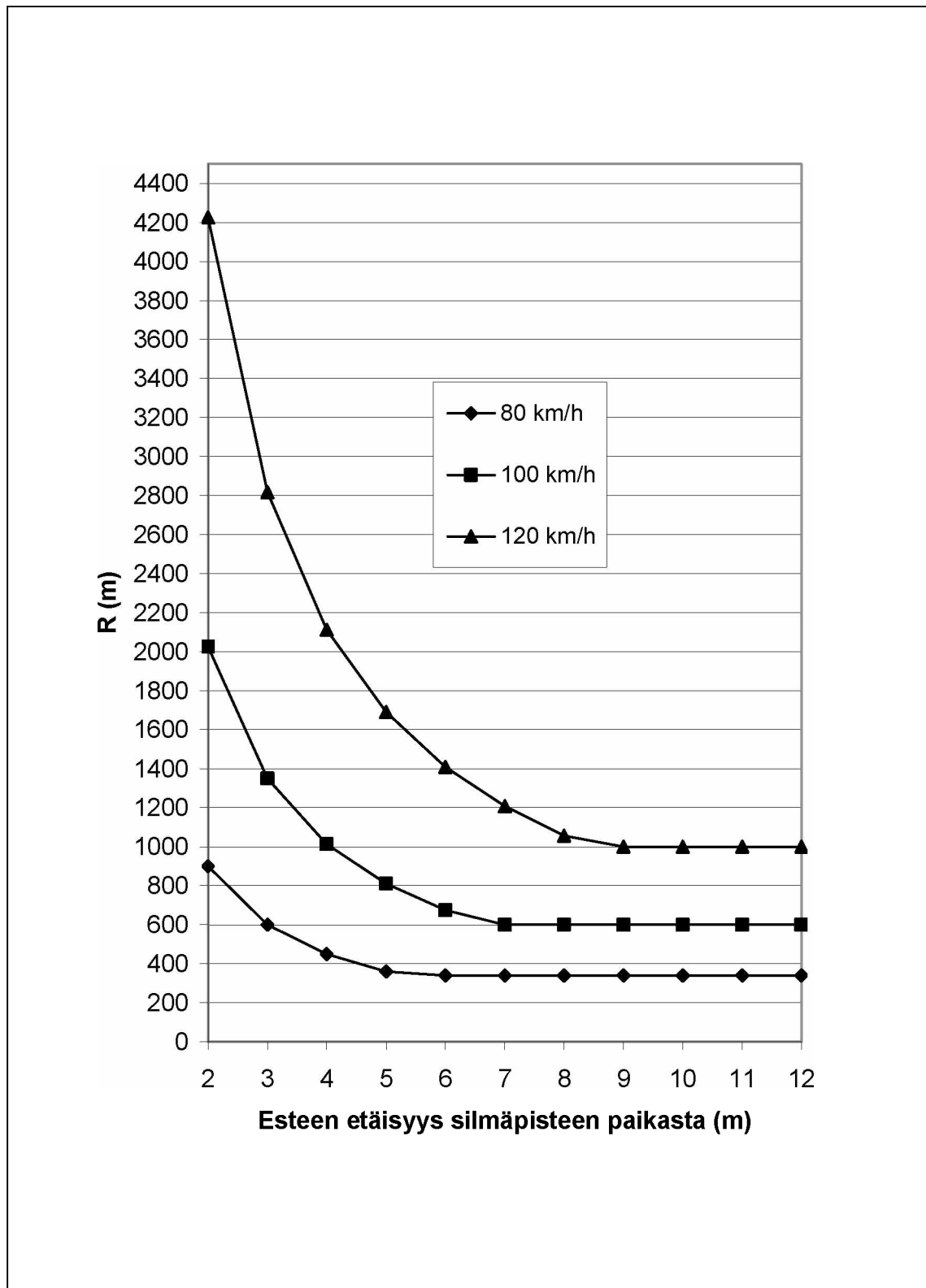
Klotoidin mitoitustekijät on esitetty kuvassa 5.3 ja geometristen mitoitusarvojen määrittäminen liitteessä 5.



Kuva 5.3: Klotoidin mitoitustekijät.



Kuva 5.4: Pysähtymisnäkemän ohjearvoja vastaavat kaarresäteet eri suunnitteluopeuksilla ja näkemäesteen etäisyyksillä.



Kuva 5.5: Pysähtymisnäkemän vähimmäisarvoja vastaavat kaarresäteet eri suunnittelunopeuksilla ja näkemäesteen etäisyyksillä.

Siirtymäkaaren käyttäminen ajodynamiikan perusteella on sitä perustellumpaa, mitä suurempi on sallittu ajonopeus, mitä kapeampi on ajoradan poikkileikkaus ja mitä pienempi on kaarresäde. Sallitun sivukiihtyvyyden muutoksen ( $0.5 \text{ m/s}^3$ ) perusteella saadaan siirtymäkaaren pituudelle ja klotoidin parametrille seuraavat minimiarvot:

$$L_{\min} = 0.043 \times v^3 \times \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) - 5.45 \times v \times (q_2 - q_1)$$

$$A_{\min} = \frac{L_{\min}}{\sqrt{\left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}} = \sqrt{\frac{L_{\min} \times R_1 \times R_2}{R_1 - R_2}}$$

joissa  $L_{\min}$  = siirtymäkaaren minimipituus (m)  
 $A_{\min}$  = klotoidin parametrin minimiarvo (m)  
 $v$  = mitoitusnopeus (km/h)  
 $R_1$  = klotoidin alkusäde (suoralla  $R_1 = \infty$ ) (m)  
 $R_2$  = klotoidin loppusäde (m)  
 $q_1$  = sivukaltevuus  $R_1$  -säteisessä kaarteessa (-)  
 $q_2$  = sivukaltevuus  $R_2$  -säteisessä kaarteessa (-)

Sivukaltevuuden muutokseen tarvittavan matkan minimiarvot määrätään ohjeiden luvun 5.4 mukaisesti. Sivukaltevuuden muutokseen tarvittavan minimimatkan  $L_q$  perusteella tulee klotoidin parametrin minimiarvon olla:

$$A_{\min} = \sqrt{R \times L_q} \text{ tai } \sqrt{\frac{L_q \times R_1 \times R_2}{R_1 - R_2}}$$

joissa  $A_{\min}$  = klotoidin parametrin minimiarvo (m)  
 $R$  = ympyränkaaren säde (m)  
 $R_{1,2}$  = klotoidin alkua- ja loppusäde (m)  
 $L_q$  = sivukaltevuuden muutokseen tarvittava minimimatk (m)

Optisten ja liikenneturvallisuuteen liittyvien näkökohtien perusteella tulee klotoidin taitekulman  $\tau$  yleensä olla välillä 3.5 - 31.8 gon. Tämän perusteella klotoidin parametrin on oltava:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Suurten kaarresäteiden yhteydessä voi klotoidin parametri olla jonkin verran pienempi kuin  $R/3$ . Parametria ei pidä myöskään valita niin suureksi, ettei sivukaltevuuden muutosta voida toteuttaa siirtymäkaaren matkalla. Perussääntönä on, että suoran ja kaarteiden välissä olevan siirtymäkaaren parametrin ja kaarresäteen suhteen tulee olla sitä suurempi mitä pienempi on kaarresäde.

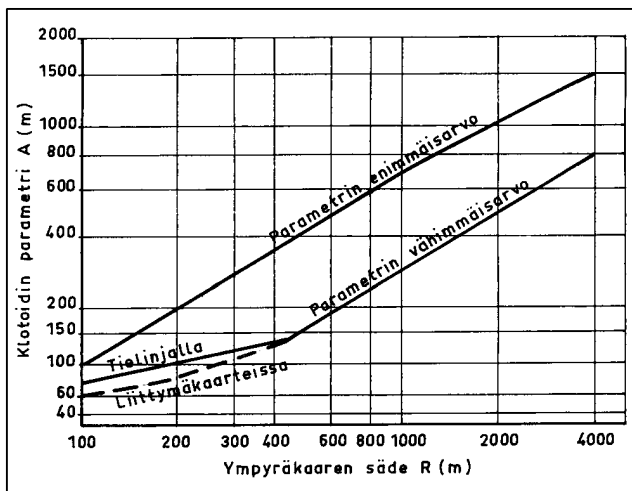
Tie saadaan siirtymäkaaren avulla joustavan näköiseksi, kun siirtymäkaari määrätään riittävän pitkäksi ottaen huomioon kaaren perspektiivinen lyheneminen maastossa. Siirtymäkaaren pituuden valinnassa on otettava huomioon myös tien tasausviivan muoto, koska perspektiivisen lyhenemisen voimakkuus riippuu tasausviivasta.

Klotoidin parametrin arvo voidaan optiset näkökohdat huomioiden valita yleensä *taulukossa 5.4* annettujen arvojen väliltä. Yleensä johdatus kaarteeseen tulee tehdä sitä joustavammin mitä pidempi suora tieosuus ja tasaus on ja mitä leveämpi on tien poikkileikkaus. Tämä edellyttää suurehkon parametrin valitsemista. Pienet parametrit ovat optisesti riittäviä tasausviivan pyöristyskaarien kohdalla. Pieni parametrin arvo voi olla joskus perusteltu myös pitkän suoran päässä olevan kaarteiden optisen ohjauksen tehostamiseksi. Kaarre vaikuttaa tällöin perspektiivisen lyhenemisen vuoksi todellista jyrkemältä ja saa kuljettajat varovaisemmiksi ja alentamaan ajonopeuttaan.

*Taulukko 5.4: Klotoidin parametrin valinta optisten näkökohtien perusteella.*

Kaarresäde R (m)	Klotoidin parametri A (m)
100...300	R...0.5R
300...1000	0.5R...0.3R
1000...2000	0.3R...0.25R
2000...3000	0.25R...0.2R

Kuvassa 5.6 on esitetty klotoidien parametrien ohjealuetta osoittava kuvaaja. Kuvaajan ohjealueen raja-arvoja määrättäessä on otettu huomioon ne vaatimukset, jotka ajodynamiikka, tien ulkonäkö ja sivukaltevuuden muutosmatka asettavat parametrin arvolle.



Kuva 5.6: Klotoidin parametrin ohjealue.

### 5.2.3 Tielinjan elementtiyhdistelmät teillä

#### Pääperiaatteet

Moottoriteiden sekä muiden neli- tai useampi-kaistaisten teiden linja suunnitellaan paikallisista olosuhteista riippuen joko yksinomaan ympyrä- ja klotoidikaaria käyttäen tai suorien sekä ympyrä- ja klotoidikaarien yhdistelmäksi. Yli 3000 m säteisten ympyräkaarien yhteydessä voidaan siirtymäkaaret kuitenkin yleensä jättää pois. Moottori-, moottoriliikenne- ja vastaavilla teillä ei yleensä käytetä yli 3000 m pituisia suoria.

Kaksiajokaistaiset valta-, kanta- ja seututiet sekä 1+1- ja 2+1-keskikaidetiet suunnitellaan riittävien näkemäolosuhteiden muodostamisen ja ajodynamiikan takia sekä suoria että ympyrä- ja klotoidikaaria käyttäen. Siirtymäkaaret voidaan kuitenkin jättää pois vähintään taulukon 5.5 suurusten kaarresäteiden yhteydessä. Suoran tieosan enimmäispituus on moottoriliikenneteitä lukuun ottamatta yleensä 2000 m.

Taulukko 5.5: Minimisäteet ilman klotoidia.

Suunnittelu nopeus (km/h)	$R_{\min}$ (m) <sup>1)</sup>
≤ 80	1500 (1000)
> 80	3000 (2000)

<sup>1)</sup> Suluissa mainitut arvot poikkeustapauksissa

Kaksiajokaistaiset yhdystiet suunnitellaan yleensä suorien ja ympyräkaarien yhdistelmäksi siten, että ohitusnäkemä on riittävästi. Poikkeus-

tapauksissa, esimerkiksi maisemallisesti syistä, voidaan käyttää myös siirtymäkaaria.

Yksiajokaistaisten teiden suunnittelussa käytetään eritasoliittymien ramppeja lukuun ottamatta yleensä yksinomaan suorien ja ympyräkaarien yhdistelmää.

#### Kaarien yhdistelmät

Tielinjan normaali kaariyhdistelmä on klotoidi-ympyräkaari-klotoidi. Tien sopusuhtaisen suunnituksen aikaansaamiseksi tulee välttää lyhyitä ympyräkaaria ja kaarteiden muodostamista yksinomaan klotoidikaarien avulla.

Kahdesta peräkkäisestä klotoidista ja niihin liittyvistä erisuuntaisista ympyräkaarista muodostuu S-kaarre. Jotta S-kaarteissa saavutettaisiin joustava linja, tulee klotoidien parametrin arvojen olla lähellä toisiaan. Suuremman parametrin suhteen pienempään parametriin tulee yleensä olla pienempi kuin 1.5.

Samansuuntaiset ympyräkaaret voidaan yhdistää ilman klotoidia, jos niiden kaarresäteiden suhde on taulukon 5.6 mukainen. Kun ympyräkaaret yhdistetään klotoidilla (munalinja), tulee klotoidin parametrin täyttää luvun 5.2.2 yleisvaatimusten lisäksi ehto:

$$\frac{R}{2} \leq A \leq R$$

jossa  $R$  = pienemmän ympyräkaaren säde (m)  
 $A$  = klotoidin parametri (m)

Taulukko 5.6: Korikaaren ympyröiden säteiden suhde.

$R_1$ (m)	$R_2$ (m)	$R_1$ (m)	$R_2$ (m)
200	150...280	1000	650...1900
300	220...430	1500	850...3000
400	280...600	2000	1100...4000
600	400...950	3000	1500...6000
800	500...1400	4000	2000...8000

#### Kaarien ja suorien yhdistelmät

Tielinjan kahden samansuuntaisen kaaren välillä olevat suorat ovat tien ulkonäön kannalta huonoja. Tällaisessa tapauksessa tulee suoran

pituuden olla vähintään  $6 \times v$  (m), jossa  $v$  on mitoitusnopeus (km/h), tai vähintään 300...400 m.

Kahden erisuuntaisen ympyräkaaren välillä käytettävän suoran pituuden tulee olla sivukaltevuuden järjestelyjen takia vähintään  $2 \times v$  (m), jossa  $v$  on mitoitusnopeus (km/h).

Jotta kahden erisuuntaisen klotoidin välissä olevan suoran matkalla voitaisiin sivukaltevuus suunnitella kaksipuoliseksi, tulee suoran pituuden olla yleensä vähintään  $2 \times v$  (m), jossa  $v$  on mitoitusnopeus (km/h). Jos suora on lyhyempi, tulisi sen pituuden olla korkeintaan 20 m, jolloin sivukaltevuus voidaan suunnitella samoin kuin tilanteissa, joissa klotoidien välissä ei ole suoraa. Käytettäessä klotoidien välissä lyhyttä suoraa, tulisi sen enimmäispituuden tien ulkonäön takia olla korkeintaan:

$$L \leq \frac{A_1 + A_2}{40}$$

jossa  $L$  = suoran enimmäispituus (m)  
 $A_1$  ja  $A_2$  = klotoidien parametrit (m)

## 5.2.4 Tielinjan elementtiyhdistelmät silloilla

Tielinja on pyrittävä suunnittelemaan siten, että se on siltojen kohdalla suora tai mahdollisimman loivasti kaareva ja niin, etteivät sillan rakentamiskustannukset muodostu mm. tien liikenteelliseen merkitykseen nähden kohtuuttoman suuriksi. Erityisesti suurten, pitkiä jännevälejä omaavien siltojen kohdalla tulee kaarresäteen tai -säteiden olla suuria.

Suurten ripustettujen siltojen sekä ristikko- ja kaarisiltojen kohdalla on tielinja suunniteltava suoraksi tai likimain suoraksi. Jos tällaisissa silloissa on em. tyyppisten jänteiden jatkeena muita jänteitä, voi linjaus niiden kohdalla olla tarvittaessa enemmän kaareva. Kevyen liikenteen vinoköysisillat voivat olla erityisratkaisuin toteutettuina hyvinkin kaarevia.

Keskikokoiset sillat, kuten risteysillat voidaan suunnitella linjausgeometrian mukaisesti kaareviksi. Rakennusteknisesti ja ulkonäön kannalta on kuitenkin sitä edullisempi, mitä suurempisäteinen linjaus kaarteiden kohdalla on. Kaarevuuden

olisi hyvä olla vakio koko sillan matkalla. Pienet sillat, kuten yksinkertaiset laattasillat, niihin kooltaan verrattavat holvisillat ja kehäsillat sekä yksiaukkoiset puusillat voidaan vaikeuksitta rakentaa kaareviksi.

Silta ja sen päissä olevat samansuuntaiset tiekaarteet on pyrittävä suunnittelemaan yhtenäisesti kaarevaksi. Tällöin tien suuntaukselle saadaan johdonmukainen jatkuvuus. Pitkäjänteisessä sillassa voidaan kaarteiden säde sillan kohdalla valita rakenteellisista tai kustannussyistä suuremmaksi kuin sillan ulkopuolella. Kaarresäteen muutos on yleensä edullisinta tehdä joustavasti sillan ulkopuolella.

## 5.3 Tasaus

### 5.3.1 Yleiset mitoitusperiaatteet

Tasauksella tarkoitetaan tien pinnan korkeus-asetamaa ja sen vaihtelua tien pituussuunnassa. Tasausviiva on korkeusvaihtelua osoittava kuvaaja.

Tasausviiva sijoitetaan kaksipuolisesti sivukallistetuilla teillä yleensä tien tai ajoradan kohtaan, jossa sivukallistuksen harja sijaitsee. Yksiajorataisen tien tasausviiva osoittaa siten yleensä ajoradan keskikohdan teoreettisen korkeuden. Ohituskaistojen kohdalla tasausviiva sijoitetaan tavallisesti vastakkaisten liikennesuuntien väliseen ajoradan kohtaan. Keski-kaiteellisten ohituskaistojen (2+1) kohdalla tasausviiva sijoitetaan keskialueelle.

Keskikaiteellisella tiellä (1+1 tai 2+2) tasausviiva sijoitetaan tavallisesti keskialueen keskelle. Erillisellä keskikaistalla (-alueella) varustetulla kaksiajorataisella tiellä tasausviiva osoittaa yleensä ajoratojen keskikohdan korkeuden. Keskikaistan ollessa kapea, kannattaa tasausviiva sijoittaa mm. kuivatussyistä lähelle keskikaistan reunaa. Ajoratojen ollessa kaukana toisistaan, voidaan molemmille suunnitella tarvittaessa oma tasausviiva. Erillinen tasaus tarvitaan myös, kun ajoradat halutaan sijoittaa eri korkeuteen.

### 5.3.2 Tasausviivan elementit

Tasausviiva suunnitellaan yleensä suoraa ja pyöristyskaaria käyttäen. Kumpikin elementti

vaikuttaa omalla tavallaan ajodynamiikkaan, näkemäolosuhteisiin ja tien ulkonäköön.

### Suora tasaus

Suoralla tasauksella tarkoitetaan suoraviivaisesti nousevaa tai laskevaa tahi vaakasuoraa tasausta. Suora tasausviiva on ajodynaamisesti edullinen, koska sen matkalla ei esiinny ajomukavuutta häiritseviä pystysuuntaisia kiihtyvyyksiä ja kiihtyvyyden muutoksia.

Suoran tasausviivan matkalla on hyvät mahdollisuudet riittävien näkemien muodostamiseen. Tien pinta saattaa tällöin näkyä tien suunnassa hyvin pitkällä matkalla, mikäli tielinjan kaarevuus ja tien reunalla olevat esteet eivät rajoita näkemää. Suoran tasauksen haittapuolena on vastaantulevien ajoneuvojen valojen aiheuttama häikäisy erityisesti silloin, kun myös tielinja on samanaikaisesti pitkällä matkalla suora.

Tielinjan kaarevuus näkyy suoran tasausviivan matkalla todellisena, koska perspektiivistä vääristymistä ei esiinny. Pitkät suorat tasaukset sopivat yleensä hyvin tasaiseen maastoon, missä maan pinnan korkeusvaihtelut ovat pienet tai muuttuvat tasaisesti.

### Pyöristyskaari

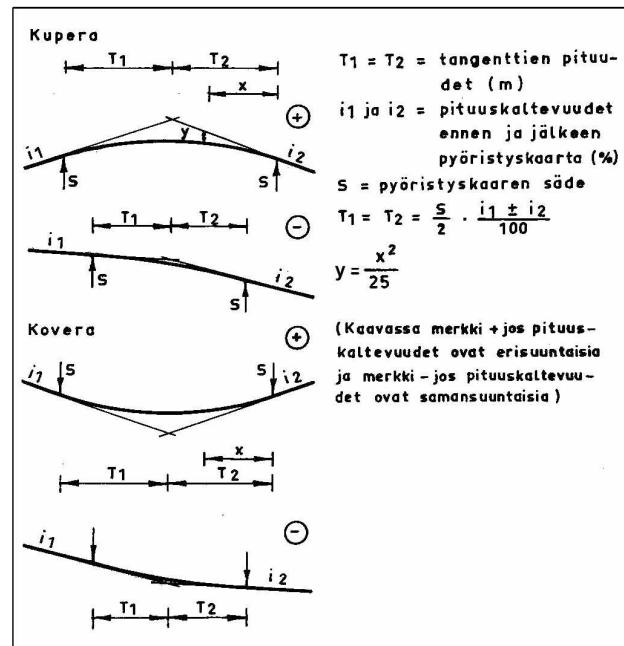
Pyöristyskaarella pyöristetään tasausviivan suorien osien ja niiden jatkeiden taitekohdat. Taitekohta ja pyöristyskaari ovat kuperia, kun pyöristettävän kulman kärki suuntautuu ylöspäin ja koveria, kun kulman kärki suuntautuu alaspäin. Pyöristyskaarena käytetään yleensä ympyräkaarta. Pyöristyskaaren mittojen laskeminen on esitetty kuvassa 5.7.

*Taulukko 5.7: Kuperan pyöristyssäteen minimiarvot tielinjalla.*

Suunnittelunopeus (km/h)	Kupera pyöristyssäde (m)								
	Tavallinen yksiajoratainen tie			Leveä- ja 1-ajokaistainen tie			Kaksiajoratainen tie <sup>1</sup>		
	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävä (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävä (taajama)	Ohjearvo	Vähimmäisarvo	Välttävä (taajama)
30	200	150	90	400	300	200			
40	500	350	200	950	550	400			
50	1200	700	500	2300	1400	1000	1000	600	400
60	2400	1300	1000	4600	2600	2000	2000	1200	800
70	4000	2300	1700	7700	4100		3300	2000	1400
80	6200	3700	2600	12000	6500		5100 <sup>2</sup>	3200	2200
100	11500	8000	6600	21000	15000		9300 <sup>2</sup>	6400	
120							20000	17000	

<sup>1</sup> Jos kevyttä liikennettä, niin mitoitus yksiajorataisen tien mukaisesti

<sup>2</sup> Moottori- ja moottoriliikenneteillä käytetään tavallisen yksiajorataisen tien ohjeellisia arvoja



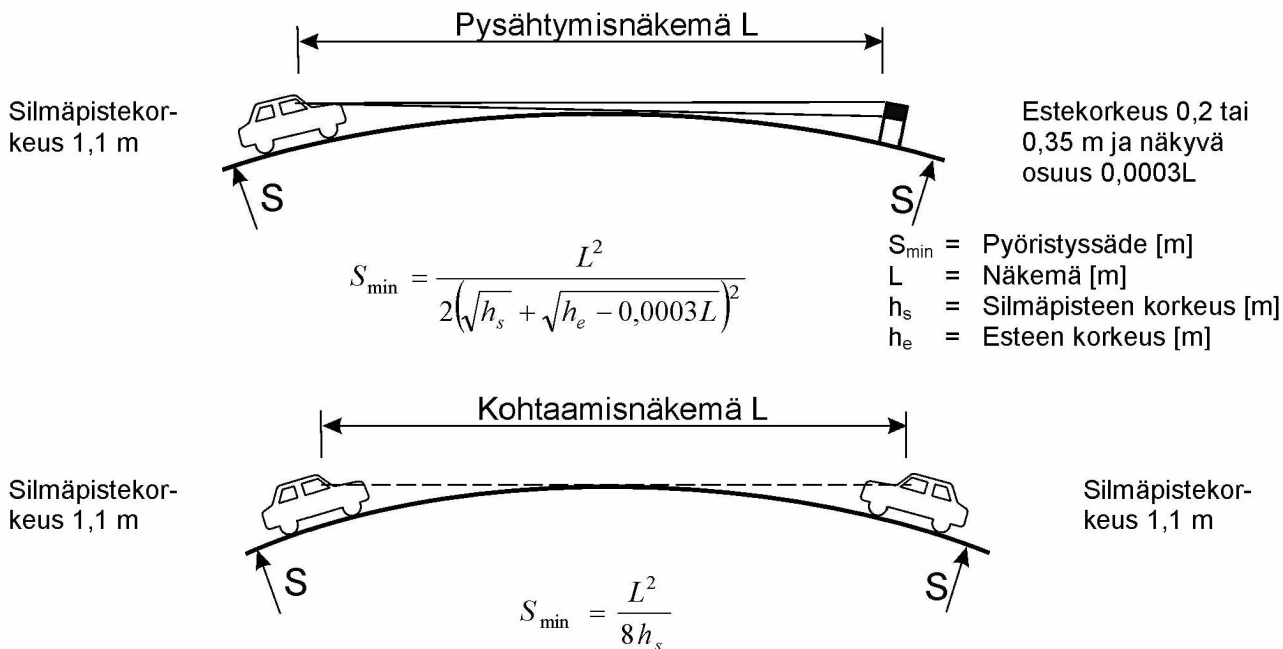
Kuva 5.7: Pyöristyskaaren mittojen laskeminen.

Tasausviivan kuperan taitteen kohdalla tien pinta muodostaa näkemäesteen, joka rajoittaa näkemää tien suunnassa. Näkemän pituus riippuu pyöristyssäteestä ja taitekulmasta. Pysähtymis- ja kohtaamiskäytännön vastaat pyöristyssäteiden minimiarvot lasketaan kuvan 5.8 mukaisesti.

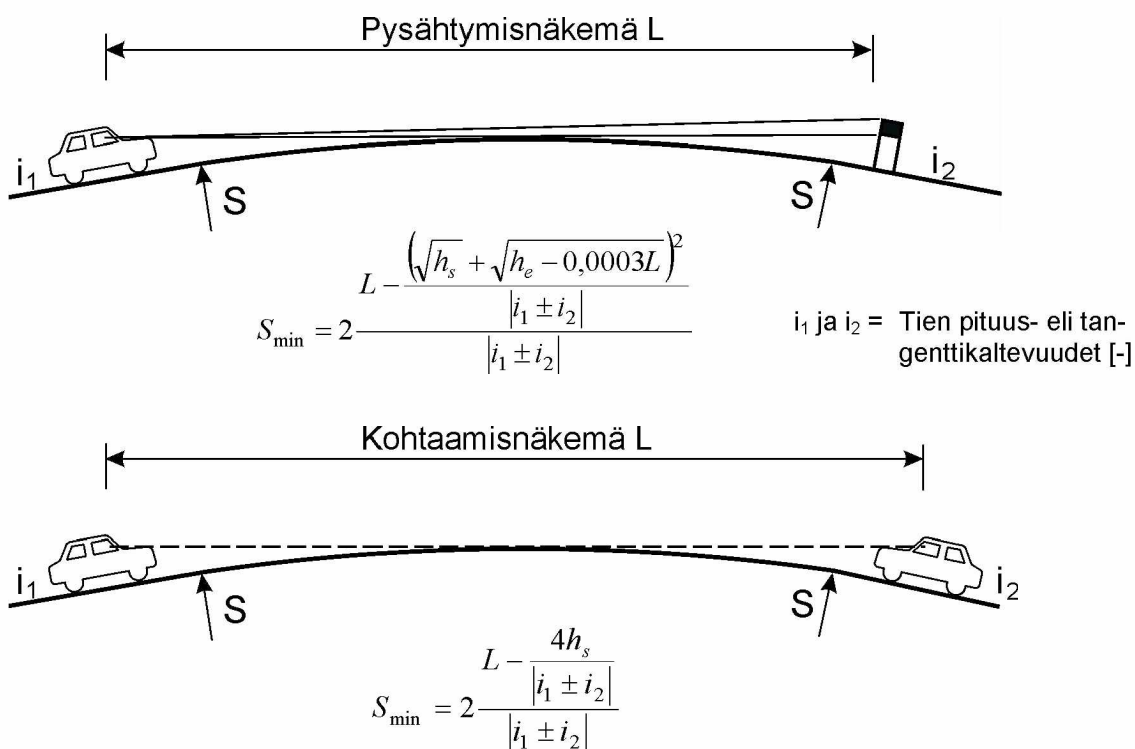
Sellaisella tienkohdalla, jossa ei ole liittymiä, ovat kuperan pyöristyssäteiden minimiarvot taulukon 5.7 mukaiset. Pyöristyskaaren ollessa leveäkaistaisella tiellä ja kaksisuuntaisesti liikennöitävällä yksikaistaisella tiellä alle vaaditun kohtaamiskäytännön sekä muilla teillä alle pysähtymiskäytännön pituinen, voi joko käyttää minimisäteinä taulukon 5.7 arvoja tai laskea tarvittavan (pienemmän) minimisäteiden kuvassa 5.8 esitettyjä laskentayhtälöitä käyttäen.



### Näkämä ≤ kaaren pituus



### Näkämä > kaaren pituus



Yhtälöissä merkki +, jos pituuskaltevuudet vaakatasoon nähden erisuuntaiset.  
Yhtälöissä merkki -, jos pituuskaltevuudet vaakatasoon nähden samansuuntaiset.

Kuva 5.8: Kuperan pyöristyssäteiden minimiarvojen laskeminen näkemän perusteella.

Tasoliittymien näkemävaatimusten vuoksi tulee niiden kohdalla pyrkiä suunnittelemaan tasausviiva suoraksi tai koveraksi. Jos muu kuin kiertoliittymä sijoitetaan kuperan pyöristyskaaren kohdalle, tulee pyöristyskaaren säteen olla liittymisnäkemän perusteella vähintään taulukossa 5.8 esitetyn mukainen. Taulukon arvoja voidaan käyttää pääsuunnan kanavoimattomien liittymien lisäksi kanavoiduissa liittymissä, joissa kanavoinnin korkeus on korkeintaan 0.2 m.

Taulukko 5.8: Kuperan pyöristyssäde tasoliittymän kohdalla.

Suunnittelu- nopeus (km/h)	Kupera pyöristyssäde (m)		
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyt- tävä	Välttävä <sup>1</sup>
30	750	750	350
40	1300	1300	750
50	3000	2500	1500
60	5000	3500	2000
70	8000	5000	3000
80	11000	8000	4500
100	18000	15000	12000

<sup>1</sup> Arvoja voidaan käyttää erityisistä syistä maaseutu- ja taajamaympäristössä

Kiertoliittymä on voitava havaita kaikista liittymän tulosuunnista riittävän kaukaa. Yllättävässä tielinjan päättymiskohdassa sekä optisesti ja visuaalisesti liittymävapaalta tielinjalta vaikuttavassa kohdassa olevan kiertoliittymän kyseisen ajosuunnan liittymähaaran kuperan pyöristyssäteen on oltava, kun liittymäaluetta ( $\leq 50$  km/h) edeltävän linjaosuuden nopeusrajoitus on  $> 50$  km/h, vähintään 15 000 m tai ainakin niin suuri, että liittymä on havaittavissa henkilöautosta vähintään 250 m etäisyydeltä. Nopeusrajoituksilla  $\leq 50$  km/h on pyöristyssäteen oltava vähintään 5000 m tai sellainen, että liittymä havaitaan vähintään 150 m etäisyydeltä tulosuunnasta.

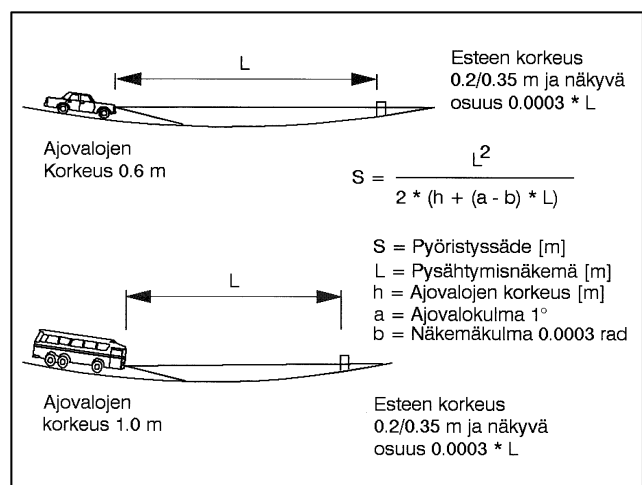
Moottori- ja moottoriliikenneteiden eritasoliittymien ramppien erkanemis- ja liittymisalueiden sekä mm. ajokaistojen päättymiskohtien kohdalla edellytettävien tavanomaisten päätöksenteonäkemien mukaiset kuperat pyöristyssäteet on esitetty taulukossa 5.9. Muiden pääteiden vastaavissa kohdissa on pyöristyssäteen oltava

vähintään taulukon 5.8 mukainen, ellei taulukon 5.9 mukaisiin arvoihin ole mahdollista päästä kohtuullisin toimenpitein ja kustannuksin.

Taulukko 5.9: Kuperan pyöristyssäteen minimiarvot eritasoliittymien kohdalla ja poikkileikkauksen muutoskohdissa.

Suunnitteluno- peus (km/h)	Kupera pyöristyssäde (m)	
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyttävä
50	12000	9000
60	18000	13000
70	24000	18000
80	35000	24000
100	45000	40000
120	59000	59000

Tasausviivan koveran taitteen kohdalla on yleensä hyvät näkemäolosuhteet sekä valoisaan aikaan että pimeään aikana valaistuilla tien osilla. Sen sijaan sellaisilla tien osilla, joilla ei ole tievalaistusta, kovera kaari rajoittaa pysähtymisnäkemää, koska auton valonheittäjien valaisema tien osa tulee sitä lyhyemmäksi, mitä pienempi pyöristyskaaren säde on. Näkyvän tieosan pituus riippuu lisäksi kaaren pituudesta. Valaisemattoman tien koverien pyöristyskaarien säteiden minimiarvojen laskeminen on esitetty kuvassa 5.9 ja pysähtymisnäkemää pidempien pyöristyskaarien minimisäteet taulukossa 5.10.



Kuva 5.9: Koveran pyöristyssäteen minimiarvojen laskeminen.

Taulukko 5.10: Koveran pyöristyskaaren säde.

Suunnittelu- nopeus (km/h)	Kovera pyöristyssäde (m)		
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyt- tävä	Välttävä (taajama)
30	400	300	250
40	850	650	450
50	1500	1100	750
60	2300	1700	1300
70	3300	2500	1800
80	4500	3300	2300
100	5400	4400	4000
120	7300	6700	

Valaistun tien koverat pyöristyskaaret ja näke-  
miä haittaamattomien tasausviivan pienien ko-  
verien ja kuperien taitekulmien pyöristyskaaret  
yleensäkin voidaan mitoittaa alla olevan yhtälön  
ja taulukon 5.11 mukaisin pyöristyssätein. Tien  
ulkonäköä haittaavan jyrkän taitteen vaikutel-  
man välttämiseksi tulee kaaren pituuden olla  
kuitenkin yleensä vähintään  $2 \times v$  (m), jossa  $v$  on  
mitoitusnopeus (km/h).

$$S_{\min} = \frac{v^2}{12.96 \times a}$$

jossa  $S_{\min}$  = pyöristyskaaren säteen minimiar-  
vo (m)

$v$  = mitoitusnopeus (km/h)

$a$  = pystykiilhtyvyys ( $m/s^2$ )

Taulukko 5.11: Pyöristyskaaren ajodynamiikan  
mukaiset minimisäteet.

Suunnittelu- nopeus (km/h)	Kovera pyöristyssäde (m)		
	Ohjearvo tai hyvä	Vähim- mäisarvo tai tyydyt- tävä	Välttävä (taajama)
30	150	150	70
40	250	250	130
50	500	400	200
60	800	600	300
70	1000	800	400
80	1300	1000	500
100	1700	1600	800
120	2300	2300	

### 5.3.3 Elementtiyhdistelmät ja pituuskal- tevuus

#### Tiet

Tasausviivan muoto määräytyy maaston korke-  
ussuhteiden, tien luokan, liikennemäärän ja  
poikkileikkauksen perusteella. Suunnittelussa  
huomioidaan erityisesti tien pituuskaltevuus,  
koska ajoturvallisuus, ajokustannukset sekä tien  
välityskyky riippuvat siitä, varsinkin nousukalte-  
vuuden jyrkkyydestä ja nousun pituudesta.

Moottori- ja moottoriliikenneteiden tasausviiva  
suunnitellaan yleensä maaston korkeussuhteita  
suurpiirteisesti myötäileväksi suurisäteisiä pyö-  
ristyskaaria käyttäen, jotka luvussa 5.6 esitetyllä  
tavalla tielinjan elementtien kanssa yhteen sovi-  
tettuna antavat tielle joustavan muodon. Pyöris-  
tyskaarien säteiden tulisi yleensä olla vähintään  
taulukoiden 5.7 ja 5.10 ohjearvojen mukaisia.  
Kaksiajokaistaisen valta-, kanta- ja seututeiden  
tasausviivaa suunniteltaessa seurataan maas-  
ton korkeussuhteita yksityiskohtaisemmin kuin  
moottori- ja moottoriliikenneteillä.

Taulukossa 5.7 annettuja minimiohjearvoja pal-  
jon suurempia kuperia säteitä ei pelkästään nä-  
kemäolosuhteiden parantamiseksi ole yleensä  
edullista käyttää. Näiden kohdalla ei yksiajora-  
taisilla teillä käytännössä kuitenkaan saavuteta  
ohitusnäkemän kannalta tarpeellisia näkemä-  
olosuhteita, joten pitkien kuperien pyöristyskaa-  
rien käyttö rajoittaa tasausviivan suorien ja ko-  
verien pyöristyskaarien osuutta, joilla voidaan  
saavuttaa ohitusnäkemä.

Yhdystiet suunnitellaan yleensä maaston muo-  
toja suhteellisen tarkasti seuraten, ottaen kui-  
tenkin huomioon kaksiajokaistaisilla teillä riittä-  
vät ohitusnäkemät ja yksiajokaistaisilla teillä  
kohtaamisnäkemät.

Tasausviiva pyritään kaikilla teillä mahdollisuuk-  
sien mukaan suunnittelemaan siten, ettei pi-  
tuuskaltevuus ylitä 3 %. Kaltevuuden tulisi kui-  
tenkin olla vähintään 1 % ja poikkeuksellisesti  
vähintään 0,5 % sellaisilla tien osilla, missä  
tienpinnan kuivatus sivukaltevuuden muutoksen  
tai reunatukien takia muutoin vaikeutuisi

Sallitut pituuskaltevuudet tienosilla, joilla ei ole  
liittymiä, on annettu taulukossa 5.12. Taulukon  
enimmäis- ja välttävätasoisia arvoja voidaan

kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi käyttää mäkisessä maastossa sekä kaltevuuden esiintyessä vain lyhyellä matkalla. Sama koskee myös yksisuuntaisten teiden laskusuuksia ja vähäliikenteisiä teitä.

*Taulukko 5.12: Pituuskaltevuuden maksimiarvot tielinjalla.*

Tieluokka	Pituuskaltevuus (%)		
	Ohjearvo tai hyvä	Enimmäisarvo tai tyydyttävä	Välttävä (taajama)
Moottori- ja moottoriliikennetie	4	5	5
Valta- ja kantatie	5	6	6
Seututie	7	9 (7 <sup>1</sup> )	7
Yhdystie	10	12 (10 <sup>1</sup> )	10 (12)

<sup>1</sup> Taajamassa

*Taulukko 5.13: Päätien pituuskaltevuuden maksimiarvot liittymien kohdalla.*

Tieluokka	Pituuskaltevuus (%)						
	Eritasoliittymä		Tasoliittymä			Yksityistieliittymä	
	Ohjearvo	Enimmäisarvo	Ohjearvo	Enimmäisarvo	Välttävä (taajama)	Ohjearvo	Enimmäisarvo
Moottori- ja moottoriliikennetie	3	3					
Valta- ja kantatie	3	4	3 (2.5 <sup>1</sup> )	4 (3 <sup>1</sup> )	4	4	5
Seututie			3 (2.5 <sup>1</sup> )	4 (3 <sup>1</sup> )	4	4	6
Yhdystie			4 (2.5 <sup>1</sup> )	6 (3 <sup>1</sup> )	4	6	8

<sup>1</sup> Taajamassa valo-ohjauksettomissa liittymissä. Valo-ohjauksisissa liittymissä ohjearvo on 1,5 % ja enimmäisarvo 2,5 %.

## Sillat

Tien tasausviiva suunnitellaan siltojen kohdalla silta-aukkojen vaadittavan vapaan korkeuden ja sillan rakennekorkeuden mukaan ellei sovittaminen maastoon ja ympäristöön edellytä korkeampaa tasausviivaa. Tasausviivan kovera pyörästyskaari on sillan kohdalla suunniteltava mahdollisuuksien mukaan siten, ettei tasauksen alin kohta satu sillalle. Jos tämä ei ole mahdollista, kovera tasausviiva on muuten pitkä tai tasausviiva on sillan kohdalla vaakasuora, tulee sillan kuivatus suunnitella muilla keinoin toimivaksi.

Liittymän kohdalla päätien pituuskaltevuus ei saa yleensä ylittää taulukossa 5.13 annettuja suurimpia arvoja. Taulukon enimmäis- ja välttämättä pituuskaltevuuden arvoja saa käyttää vaikeissa maasto-olosuhteissa kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi tai liikennemäärien ollessa pieniä.

Mikäli maasto-olosuhteet ovat sellaiset, ettei jyrkän ja pitkän nousun syntymistä voi kohtuullisin kustannuksin välttää, voi liikenteen sujuvuutta parantaa rakentamalla ohituskaista tai joissakin tapauksissa vilkasliikenteisillä teillä tietunneli. Ohituskaistojen ja tietunnelien suunnittelua koskevat ohjeet on annettu erillisinä ohjekäytäntöinä.

Sillan tulee olla ulkonäöltään sopusuhtainen. Tasausviiva tulisi siksi suunnitella sillan kohdalla

la yleensä symmetrisesti kahteen suuntaan pituuskaltevaksi, elleivät maasto ja ympäristö muuta edellytä. Sillan tasauksen pyöristyssteen suuruus ja pituuskaltevuus voidaan valita samoin kuin muu muillekin tien kohdille, mutta suurempaa pituuskaltevuutta kuin 5 – 6 % ei saa käyttää vähäliikenteisilläkään teillä. Pituuskaltevuus on tavallisesti 1 – 3 %. Suuri yksisuuntainen pituuskaltevuus heikentää keski suurten ja suurten siltojen ulkonäköä, joten sen vaikutus on tarkistettava tapauskohtaisesti.

## 5.4 Sivu- ja viettokaltevuus

### Yleistä

Tien pinnan sivukaltevuudella tarkoitetaan ajoradan ja pientareen pinnan kaltevuutta tielinjaa vastaan kohtisuorassa tasossa. Tien pinnan viettokaltevuudella tarkoitetaan pituuskaltevuuden ja sivukaltevuuden geometrista summaa eli vektorisummaa.

Tien pinta suunnitellaan sekä ajoradan että pientareen osalta sivusuunnassa viettäväksi. Suoralla tieosalla tämä on tarpeen yksinomaan kuivatushyistä. Tielinjan kaarteiden kohdalla ajoradan sivukaltevuus on tarpeellinen osaksi kuivatussyistä ja osaksi kaarteessa liikkuvaan ajoneuvoon vaikuttavan keskipakoisvoiman kumoamiseksi.

Sivu- ja viettokaltevuuden vähimmäisarvot määräytyvät eri päällystetyypeillä kuivatusnäkökohden perusteella. Tien pinnalle tulevan veden on voitava poistua riittävän nopeasti. Sivu- ja viettokaltevuuden enimmäisarvot määrätään liikenneturvallisuusnäkökohtien perusteella sellaisiksi, että ajoneuvojen liukuminen ajokaistalta liukkaalla kelillä voitaisiin välttää.

### Ajoradan sivukaltevuus suoralla tiellä

Yksiajorataisilla teillä ja kapeilla, koko poikkeileikkausleveydeltään päällystetyillä kaksiajorataisilla teillä ja tieosuuksilla tehdään ajorata tielinjan suoralla osalla yleensä kaksipuolisesti sivukaltevaksi. Muilla kaksiajorataisilla teillä suunnitellaan kumpikin ajorata yksipuolisesti kaltevaksi siten, että ne viettävät poispäin tien keskikaistasta.

Sivukaltevuuden suuruus riippuu ajoradan päällystetyypistä. Mitä karkeampi päällyste on, sitä suurempi on veden poisjohtamiseksi tarvittava vähimmäiskaltevuus. Suoralla tiellä käytetään eri päällystetyypeillä *taulukon 5.14* mukaisia sivukaltevuuksia.

*Taulukko 5.14: Ajoradan sivukaltevuus suoralla tiellä.*

Päällystetyyppi	Sivukaltevuus (%)
Asfalttibetoni, ABK	3.0 (2.5 <sup>1</sup> )
Valuasfaltti	3.0
PAB-B	3.0 – 4.0
PAB-V, SOP	4.0
Sora	5.0

<sup>1</sup> Poikkeustapauksissa tehtäessä sivukaltevuus kaksipuoliseksi

Pehmeikköosuuksilla tai muissa tien kohdissa, joissa tien tuntuva painuminen on todennäköistä, käytetään sora- ja PAB-V -teitä lukuun ottamatta 0.5...1.0 %-yksikköä suurempaa sivukaltevuutta kuin *taulukossa 5.14* on annettu.

Tarkempia ohjeita kuivatuksesta ja sivukaltevuuden määrittämisestä on annettu tien rakennetta koskeissa suunnitteluohjeissa.

### Ajoradan sivukaltevuus kaarteessa

Ajorata suunnitellaan tielinjan kaarteiden kohdalla yleensä yksisuuntaisesti sivukaltevaksi.

Ajoradan yksipuolisina sivukaltevuuksina ei pintakuivatuksen vuoksi käytetä pienempiä kaltevuuksia kuin *taulukossa 5.14* on annettu. Sellaisissa tielinjan kohdissa, joissa tien tuntuva painuminen on todennäköistä, suurennetaan *taulukon 5.14* vähimmäisarvoja 0.5... 1.0 %-yksikköä.

Ajoradan sivukaltevuus tielinjalla ei tien toiminnallisesta luokasta riippuen saa liikenneturvallisuussyistä ylittää *taulukossa 5.15* annettuja sivukaltevuuden enimmäisarvoja. Ajoradan yksipuolinen sivukaltevuus ei tasoliittymän kohdalla saa samasta syystä olla suurempi kuin 5 %.

*Taulukko 5.15: Ajoradan yksipuolisen sivukaltevuu-  
den enimmäisarvot.*

Tien luokka	Sivukaltevuu- den enimmäisarvo (%)
Moottori- ja moottori- liikennetie	5.0
Valta- ja kantatie	6.0
Seututie	6.0
Yhdystie	7.0

### Ajoradan viettokaltevuus

Ajoradan viettokaltevuus lasketaan pituus- ja sivukaltevuu-  
den perusteella yhtälöstä:

$$b = \sqrt{s^2 + q^2}$$

jossa b = viettokaltevuus (-)  
s = tien pituuskaltevuus (-)  
q = sivukaltevuus (-)

Tie on kuivatusteknisistä syistä suunniteltava siten, että tien pinnan viettokaltevuus on tielin-  
jalla normaalisti vähintään 2 % ja poikkeukselli-  
sesti vähintään 0,5 %. Liittymäalueella viettokal-  
tevuu-  
den tavoitearvo on 2 % ja vähimmäisarvo 1.5 %.

Viettokaltevuus ei tielinjalla saa ylittää *taulukon*  
5.16 mukaisia arvoja, jotta hitaasti liikkuva tai  
pysähtyvä ajoneuvo ei liukuisi pois ajoradalta  
liukkaalla kelillä. Tasoliittymän kohdalla ei viet-  
tokaltevuus saa olla suurempi kuin 5 %. Tar-  
kempia ohjeita viettokaltevuu-  
den määrittämisestä liittymäalueilla on annettu tien rakennetta  
koskevilla suunnitteluohjeissa.

*Taulukko 5.16: Viettokaltevuu-  
den enimmäisar-  
vot.*

Tien luokka	Viettokaltevuu- den enimmäisarvo (%)
Moottori- ja moottori- liikennetie	6.0
Valta- ja kantatie	7.0
Seututie	10.0
Yhdystie	13.0

### Ajoradan sivukaltevuu- den muutokset

Ajoradan sivukaltevuu-  
tta muutetaan yleensä  
ajodynaamisista syistä tielinjan kaarevuuden  
muuttuessa. Sivukaltevuu-  
den muutos voidaan  
tehdä joskus myös rakenteellisten syiden vuok-  
si, kuten esim. päällystetyypin muuttuessa.

Ajoradan sivukaltevuus voi muuttua suunnal-  
taan ja suuruudeltaan seuraavilla tavoilla:

- sivukaltevuus muuttuu kaksipuolisesta yksi-  
puoliseksi kaltevuudeksi
- yksipuolisen sivukaltevuu-  
den suuruus muut-  
tuu
- yksipuolinen sivukaltevuus muuttuu toiseen  
suuntaan yksipuoliseksi kaltevuudeksi

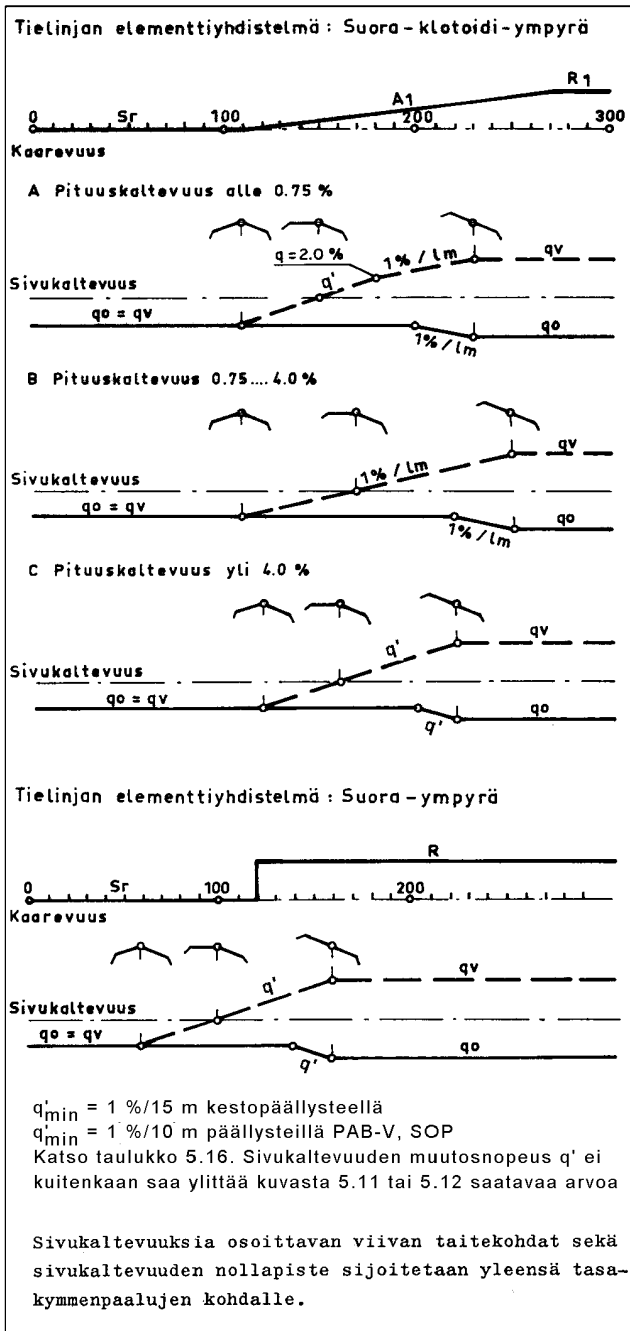
Sivukaltevuu-  
den muutos tehdään tasausviivan  
suhteen ja määrätään kussakin tapauksessa  
ottaen huomioon ajodynamiikan, kuivatusnäkö-  
kohtien ja tien ulkonäön asettamat vaatimukset.

a) Sivukaltevuu-  
den muuttuminen kaksipuolisesta  
yksipuoliseksi

Sivukaltevuu-  
den muuttaminen kaksipuolisesta  
yksipuoliseksi kaltevuudeksi tehdään yleensä  
tielinjan kaarevuuden muuttuessa suoralta ympyrä-  
kaarelle. Poikkeustapauksessa tällainen  
sivukaltevuu-  
den muutos voi tulla kysymykseen  
tielinjan kaarevuuden muuttuessa hyvin suu-  
risäteiseltä ympyräkaarelta pienempisäteiselle  
ympyräkaarelle.

Sivukaltevuu-  
den muutosmatkan pituus määrä-  
tään eri tavoin riippuen siitä, onko kaarevuuden  
muutoskohdassa käytetty siirtymäkaarta (klo-  
toidia) vai ei. Sivukaltevuu-  
den muutostavat on  
esitetty *kuvassa 5.10*.

Jos tielinjan elementtiyhdistelmä on suora-  
klotoidi-ympyräkaari, suoritetaan sivukaltevuu-  
den muutos suunnilleen siirtymäkaaren matkalla  
(*kuva 5.10*). Ajodynaamisista ja optisista syistä  
tulee sivukaltevuu-  
den muutosmatkan kuitenkin  
maaseututeitä suunniteltaessa olla vähintään  
*kuvassa 5.11* esitetystä nomogrammista saata-  
van pituinen. Taajama-alueiden välillä voidaan  
sivukaltevuu-  
den muutos tehdä lyhimillä *ku-  
van 5.12* nomogrammin mukaisesti.



Kuva 5.10: Kaksipuolisen sivukaltevuuden muuttaminen yksipuoliseksi sivukaltevuudeksi.

Sivukaltevuuden ollessa pienempi kuin 2,0 % ei sivukaltevuuden muutos saa kuivatuksen vuoksi tapahtua taulukossa 5.17 esitettyä pitemmällä matkalla. Mikäli sivukaltevuuden muutos tapahtuisi pitemmällä matkalla, pituuskaltevuudeltaan pieneen sivukaltevuuden muutoskohtaan muodostuisi vesilammikoita ja pituuskaltevuuden ollessa suuri valuisivat pintavedet kohtuuttoman pitkän matkan ajorataa pitkin.

Taulukko 5.17: Sivukaltevuuden muutosmatkan enimmäispituus ajoradan sivukaltevuuden ollessa  $\leq 2.0\%$ .

Päällyste	Pituuskaltevuus (%)	Sivukaltevuuden 1 % muutokseen sallittu enimmäismatka
AB, ABK, valuasfaltti ja PAB-B	0...0.75	15
	0.75...3.0	60
	3.0...6.0	60...15
	> 6.0	15
PAB-V	0...1.0	10
	1.0...3.0	40
	3.0...6.0	40...10
	> 6.0	10

Sorapäällysteisillä teillä sivukaltevuuden muutos suoritetaan sivukaltevuuden muutostavasta riippumatta yleensä matkalla 1 %/5 m.

Jos tielinjan elementtiyhdistelmä on suora-ympyräkaari, suoritetaan sivukaltevuuden muutos yleensä siten, että kaksi kolmasosaa muutoksesta tapahtuu suoran matkalla ja yksi kolmasosa ympyränkaaren matkalla (Kuva 5.10). Sivukaltevuuden muutos suoritetaan taulukossa 5.17 esitetyillä matkoilla.

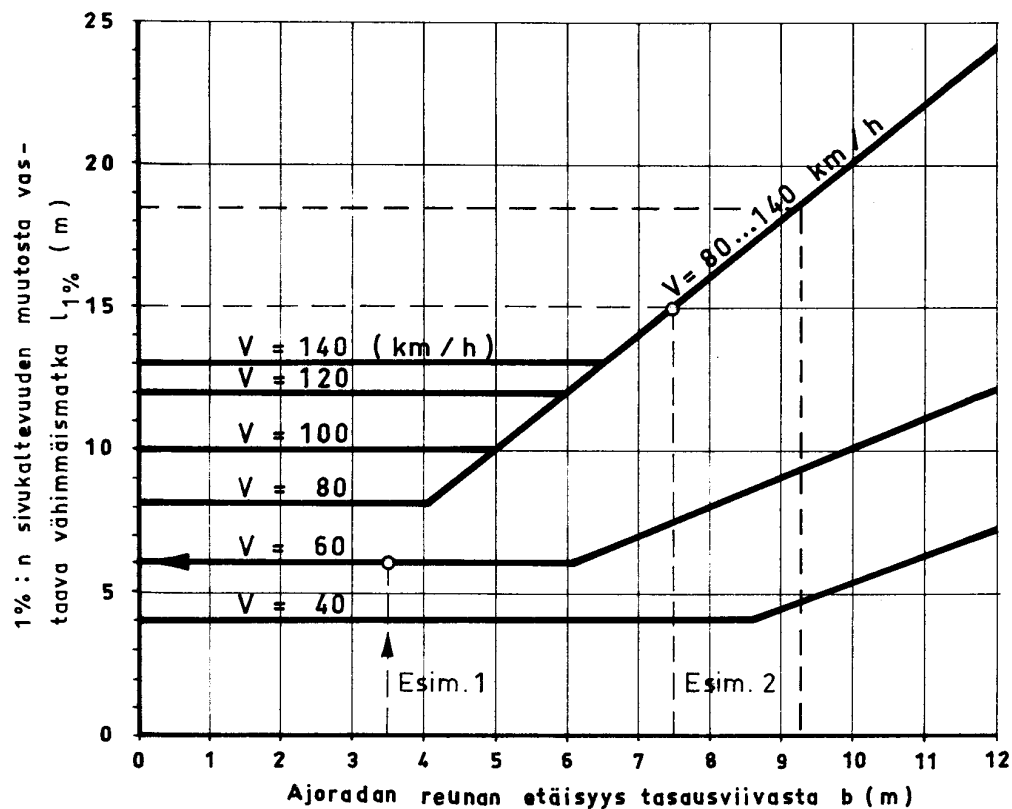
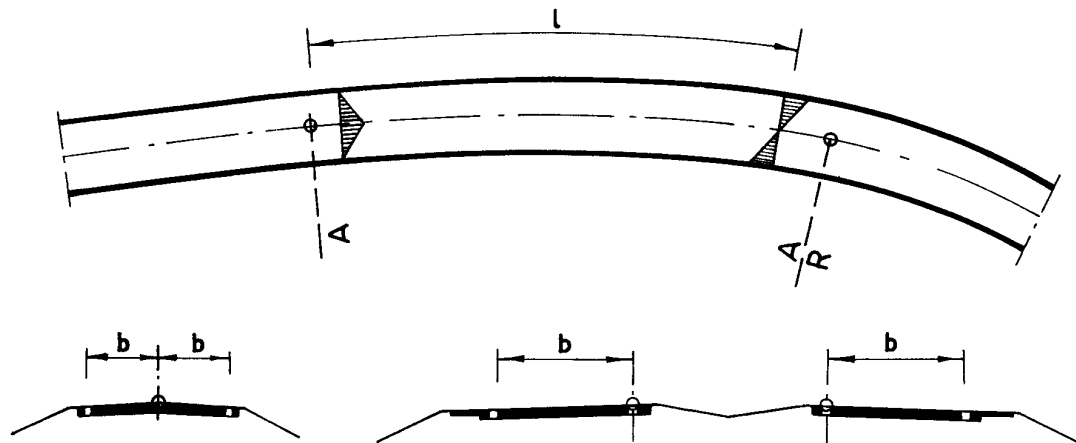
Kahden samansuuntaisen ympyränkaaren välillä olevalla suoralla osuudella tehdään kaksipuolinen sivukaltevuus, jos suoran pituus on yli 300 – 400 m.

b) Yksipuolisen sivukaltevuuden suuruuden muuttaminen

Yksipuolisen sivukaltevuuden suuruuden muuttaminen on tarpeen siirryttäessä tielinjan ympyränkaareltä säteeltään erisuurelle, samansuuntaiselle ympyränkaarelle. Sivukaltevuuden muutostavat on esitetty kuvassa 5.13.

## Sivukaltevuuden muutokset

Sivukaltevuuden muutosmatkan vähimmäispituus



### Esimerkki 1

Sivukaltevuus muuttuu välillä 2.0%...3.0%

Sivukaltevuuden muutos  $\Delta q = 1.0 \%$

Mitoitusnopeus 60 km/h

$b = 3.5 \text{ m}$

$l_{1\%} = 6 \text{ m}$

### Esimerkki 2

Sivukaltevuus muuttuu kaksipuolisesta (3.0%) yksipuoliseksi kaltevuudeksi (3.0%)

Sivukaltevuuden muutos  $\Delta q = 6.0 \%$

Mitoitusnopeus 100 km/h

$b = 9.25 \text{ m}$

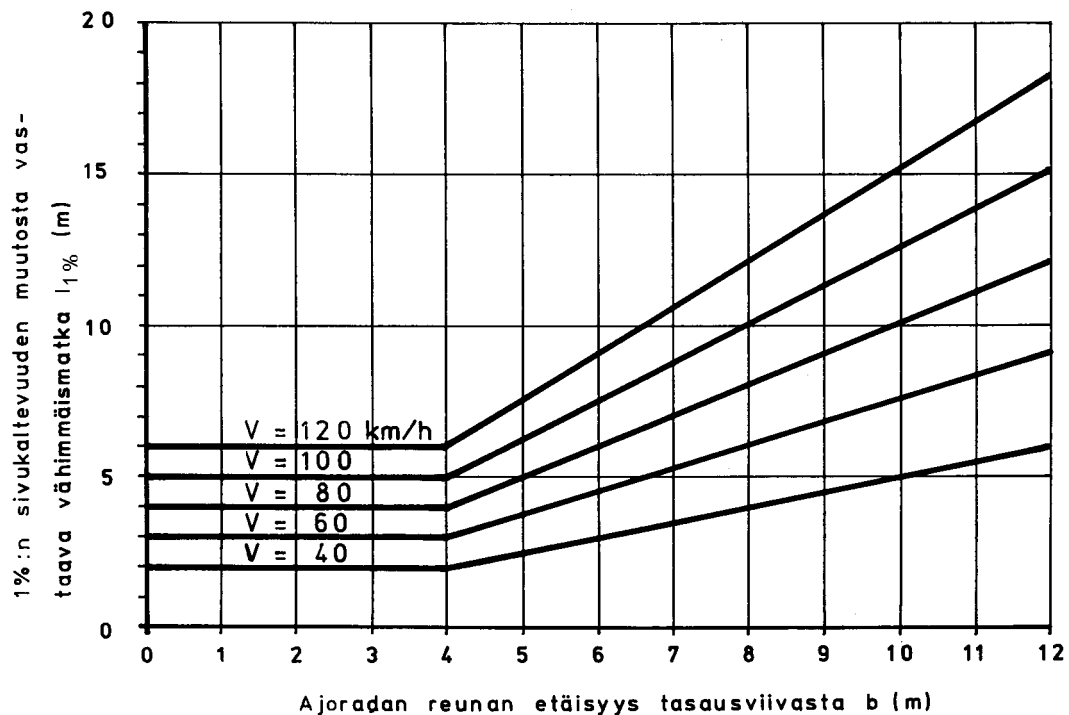
$l_{6.0\%} = 6.0 \cdot l_{1\%} = 6.0 \cdot 18.5 \text{ m} = 111 \text{ m}$

Kuva 5.11



## Sivukaltevuuden muutokset

Sivukaltevuuden muutosmatkan vähimmäispituus (välttävä) taajamassa



### Esimerkki 1

Sivukaltevuus muuttuu välillä  
2.0...3.0 %

Sivukaltevuuden muutos  $\Delta q = 1.0 \%$

Mitoitusnopeus on 60 km/h

$b = 3.5 \text{ m}$

$l_{1\%} = 3 \text{ m}$

### Esimerkki 2

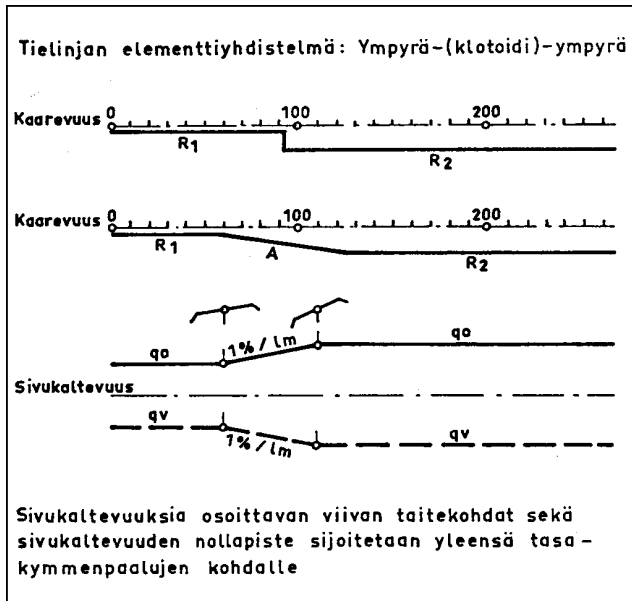
Sivukaltevuus muuttuu kaksipuolisesta (3.0 %) yksipuoliseksi kaltevuudeksi (3.0 %)

Sivukaltevuuden muutos  $\Delta q = 6.0 \%$

Mitoitusnopeus on 100 km/h

$b = 9.25 \text{ m}$

$l_{6\%} = 6.0 \times l_{1\%} = 6.0 \times 11.5 = 69 \text{ m}$



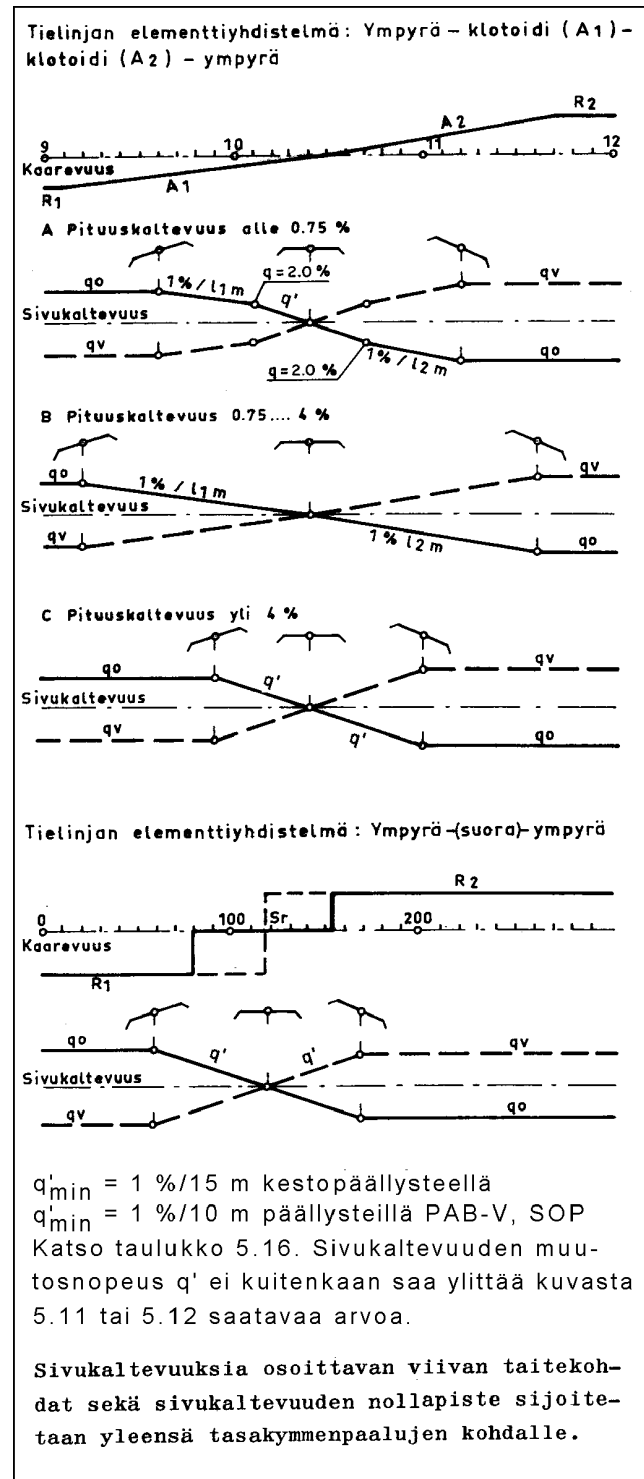
Kuva 5.13: Yksipuolisen sivukaltevuuden suuruuden muuttaminen.

Sivukaltevuuden muutos suoritetaan suunnitteen siirtymäkaaren matkalla (Kuva 5.13). Sivukaltevuuden muutosmatkan vähimmäis- ja enimmäispituus tarkistetaan samoin kuin kohdassa a).

Jos tielinjan kaarevuuden muutoskohdassa ei ole siirtymäkaarta, määrätään sivukaltevuuden muutosmatka taulukosta 5.17. Sivukaltevuuden muutos suoritetaan yleensä siten, että kaksi kolmasosaa muutoksesta tapahtuu kaarresäteeltään suuremman ympyränkaaren matkalla ja yksi kolmasosa pienempisäteisen ympyränkaaren matkalla (kuva 5.13).

- c) Yksipuolisen sivukaltevuuden muuttaminen toiseen suuntaan yksipuoliseksi kaltevuudeksi

Ajoradan yksipuolinen sivukaltevuus muuttuu toiseen suuntaan yksipuoliseksi kaltevuudeksi tien kaarevuuden suunnan muuttuessa. Sivukaltevuuden muutostavat on esitetty kuvassa 5.14. Sivukaltevuuden muutosmatkat määrätään samalla tavalla kuin kohdassa a).



Kuva 5.14: Yksipuolisen sivukaltevuuden muuttaminen toiseen suuntaan yksipuoliseksi kaltevuudeksi.

### Pientareen sivukaltevuus

Pientareen kesto- tai PAB-V -päällysteisen osan sivukaltevuus riippuu pientareen leveydestä seuraavasti:

- 1.5 m leveä tai sitä kapeampi piennar rakennetaan aina saman sivukaltevuuteen kuin ajorata
- yli 1.5 m leveän pientareen ajoradan viereinen osa rakennetaan 0.25 tai 0.5 m leveydeltä samaan sivukaltevuuteen kuin ajorata ja muu osa päällystetystä pientareesta tien keskiviivasta poispäin viettäväksi kaltevuuteen 3.5 %, kuitenkin sisäkaarten puolella vähintään samaan kaltevuuteen kuin ajorata.

Sorapäällysteinen tukipiennar rakennetaan aina tien keskiviivasta poispäin viettäväksi kaltevuuteen 5 - 10 %, kuitenkin sisäkaarten puolella vähintään samaan kaltevuuteen kuin ajorata.

## 5.5 Poikkileikkauksen muutokset

### 5.5.1 Yleistä

Tien poikkileikkaus ja sen leveys vaihtelevat tien eri kohdissa johtuen lähinnä:

- tie- tai poikkileikkaustyyppin tai poikkileikkauksen muodon muutoksesta
- lisäkaistoista
- liittymistä
- ajoradan kaarrelevennyksestä
- kaksiajorataisen tien keskikaistan leveyden vaihtelusta

Poikkileikkauksen muodon (luiskakaltevuus, reunatuki) vaihtelusta johtuvia leveyden muutoksia käsitellään poikkileikkaus- sekä kaideohjeissa ja liittymistä johtuvia muutoksia liittymäohjeissa.

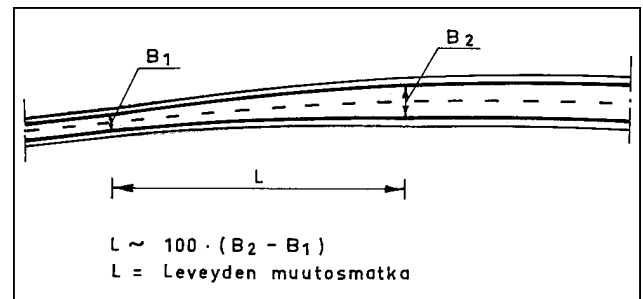
### 5.5.2 Tie- ja poikkileikkaustyyppin muutokohdan suunnittelu

Tie- tai poikkileikkaustyyppin muutos tulee kysymykseen sellaisessa tien kohdassa, jossa tien liikennemäärä muuttuu tai tilapäisesti sellaisessa tien kohdassa, jossa parannettu tieosa liittyy sen jatkeena olevaan poikkileikkaukseltaan parannettua tietä kapeampaan vanhaan tiehen.

Tie- ja poikkileikkaustyyppin muutokohdassa muuttuu ajoradan, pientareiden tai koko tien pinnan leveys. Myös ajoratojen määrä voi muuttua. Tietyyppejä ovat mm. perinteinen yksiajorata-

tainen tie, leveäkaistainen tie sekä kaksiajorataiset ohituskaista- ja nelikaistatiet.

Ajokaistojen ja ajoratojen lukumäärän muutoskohdat sekä ohituskaistojen päätekohdat sijoitetaan liikenneturvallisuuksista sellaiselle tien osalle, jossa näkemäolosuhteet ovat hyvät. Ajokaistojen lukumäärän tai leveyden muutoskohdassa tulisi tielinjan olla suora tai loivasti kaareva ja tasauksen kovera tai suora (kuva 5.15).



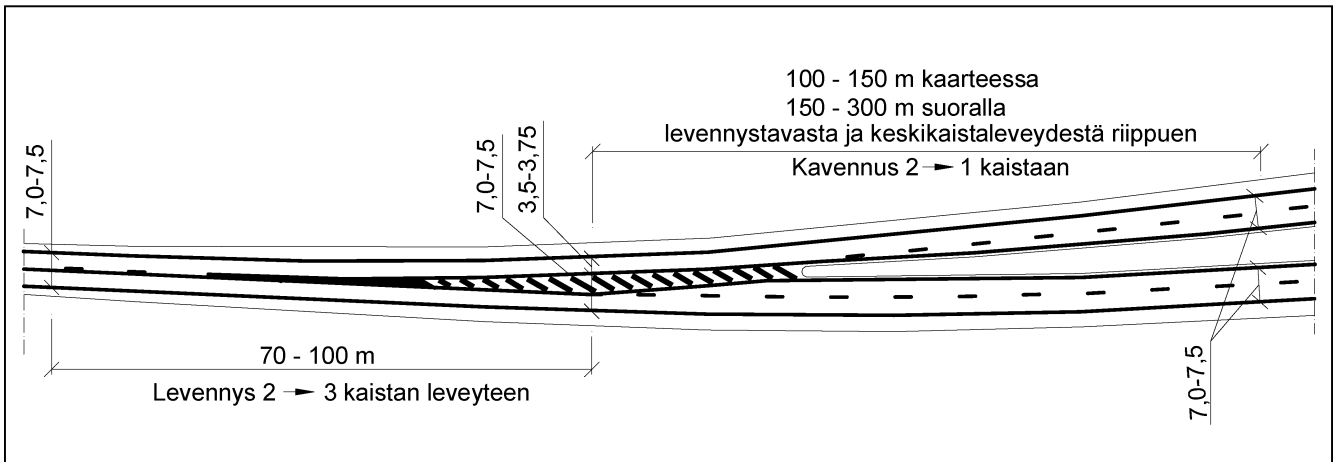
Kuva 5.15: Tien leveyden muutos tien kaarrekohdassa.

Mikäli ajoradan leveyden muutos on alle 1 % muutokseen käytettävästä matkasta, voidaan muutos suorittaa suoraviivaisesti koko matkalla. Mikäli muutos on nopeampi, tulee muutososuus mitoittaa esim. kuvassa 5.16 esitetyn sinimuotoisen taulukon avulla tai tehdä ympyräkaari- pyöristyksen avulla.

Yksiajorataisen tien muuttaminen kaksiajorataiseksi suoritetaan liikenteen ohjaus huomioiden ennen liittymää sellaisessa tien kohdassa, jossa on hyvät näkemäolosuhteet ja tie mielellään loivasti vasemmalle kaartava tai suora. Muutos suoritetaan leveää keskikaistaa käytettäessä siten, että yksiajorataisen tien ajorata jatkuu geometrisesti kaksiajorataisen tien oikeanpuoleisena ajoratana (kuva 5.17). Kapeaa keskikaistaa ja keskikaidetta käytettäessä tehdään muutos ohituskaistojen ja poikkileikkauksen suunnitteluohjeissa esitetyllä tavalla.

Kestopäällystetyn pientareen leveyden muutos tehdään samoilla periaatteilla kuin ajoradan leveyden muutos. Ajoradan leveyden muutoksen yhteydessä piennarleveys muutetaan yleensä samalla matkalla kuin ajorataleveyskin. Tuki- pientareen leveyden muutos voidaan yleensä tehdä suoraviivaisesti, koska pientareen leveyden vaihtelulla ei ole suurta vaikutusta tien ulkonäköön eikä liikenneturvallisuuuteen.





Kuva 5.17: Yksiajorataisen tien muuttaminen kaksiajorataiseksi (6,5 – 15,0 m leveä keskikaista).

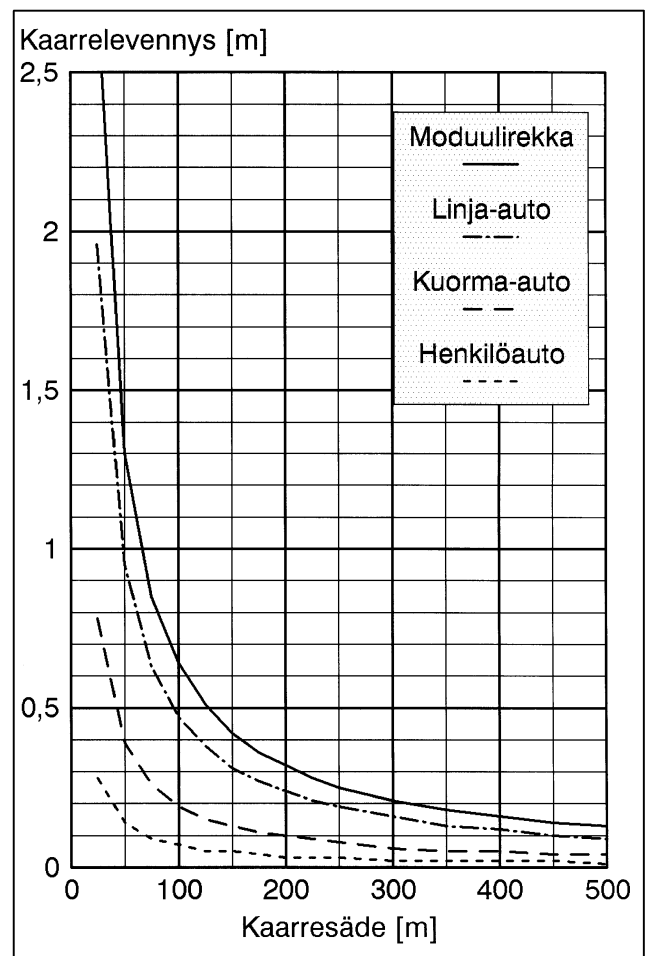
### 5.5.3 Ajoradan kaarrelevennys

Ajorataa on levennettävä pienisäteisen kaarteiden kohdalla suoraa tietä vastaavien ajo-olosuhteiden saavuttamiseksi, koska ajoneuvon kiinteät takapyörät kulkevat pienempisäteistä kaarta pitkin kuin kääntyvät etupyörät. Ajoradan leventtäminen on käytännössä tarpeen kaarresäteen ollessa pienempi kuin 300 m.

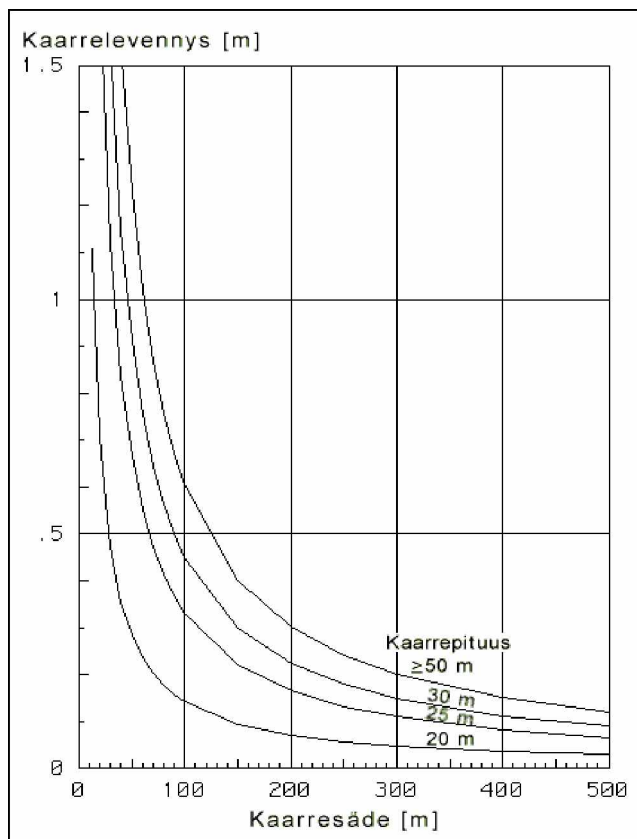
Ajoradan kaarrelevennyksen suuruus riippuu kaarreyhdistelmästä, kaarresäteestä ja poikkeileikkauksen mitoitusajoneuvoyhdistelmästä. Kaksikaistaisilla maanteillä perusmitoitusaajoneuvoyhdistelmä on kaksi kohtaavaa moduulimittaista perävaunullista kuorma-autoa (Kam). Kaarrelevennys voidaan kaksikaistaisilla yhdysteillä suunnitella käyttäen mitoitusajoneuvoyhdistelmänä kohtaavia linja-autoja (La). Poikkeustapauksessa mitoitus voidaan tehdä yhdysteillä myös erilaisilla linja-autojen (La, Lat) sekä kuorma- ja henkilöautojen yhdistelmillä, milloin liikenne koostuu pääasiassa näistä ajoneuvoista.

Kuvassa 5.18 on esitetty mitoitusajoneuvojen kaistakohtaiset kaarrelevennykset tielinjan ympyräkaaren kohdalla, kun ympyräkaarta edeltää siirtymäkaari (klotoidi). Samoja kaarrelevennyksiä voidaan käyttää muille kuin moduulirekalle myös elementtiyhdistelmällä suora-ympyräkaari. Moduulirekan edellyttämä ajokaistalevennys suora-ympyräkaaritapauksessa eri kaarrepituuksilla saadaan kuvasta 5.19. Kokonaiskaarrelevennys lisätään yleensä ajoradan normaaliin leveyteen. Mikäli perusajokaistaleveys on suurempi kuin 3,5 m, vähennetään ylittävä osuus

nomogrammien perusteella saatavasta kaarrelevennyksestä eli se katsotaan osaksi levennystä.



Kuva 5.18: Ajokaistan levennys tielinjan pienisäteisen ympyräkaaren kohdalla (klotoidi-ympyräkaari).

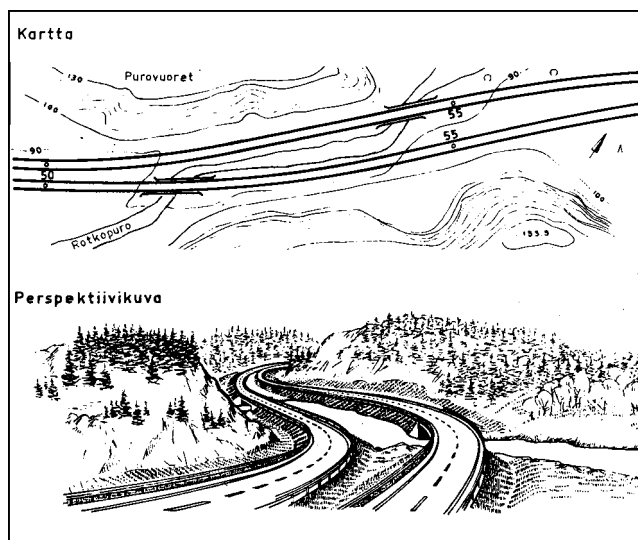


Kuva 5.19: Ajokaistan levennys (Kam) tien pienisäteisessä kaarteessa (suora-ympeyräkaari).

Ajoradan kaarrelevennys lisätään yleensä symmetrisesti tien kumpaankin reunaan. Ulkonäköseikkojen tai tilanpuutteen johdosta voidaan ajoradan levennys kokonaisuudessaan poikkeuksellisesti lisätä vain toiseen reunaan. Tie levennetään siten, että ajokaistat ovat täysilevyisiä ympyräkaaren alkaessa. Levennys tasoitetaan klotoidi-ympeyräkaari -tapauksessa siirtymäkaaren matkalla. Suora-ympeyräkaarimennettelyssä leveys tasoitetaan vähintään mitoitussopeuden pituisella ( $\text{km/h} \approx \text{m}$ ) matkalla.

### 5.5.4 Kaksiajorataisen tien keskikaistan muutokset

Kaksiajorataisella tiellä voidaan keskikaistan leveyttä vaihdella taloudellisten, maisemallisten tms. syiden takia (kuva 5.20). Leveyden muutos pyritään ulkonäköseikkojen takia sovittamaan yleensä tien kaarrekohtaan. Keskikaistan leveyden pienet muutokset tehdään yleensä siten, että ajoradoilla on yhteinen tielinja. Keskikaistan leveyden vaihdellessa suuresti, suunnitellaan molemmille ajoradoille yleensä oma tielinja.



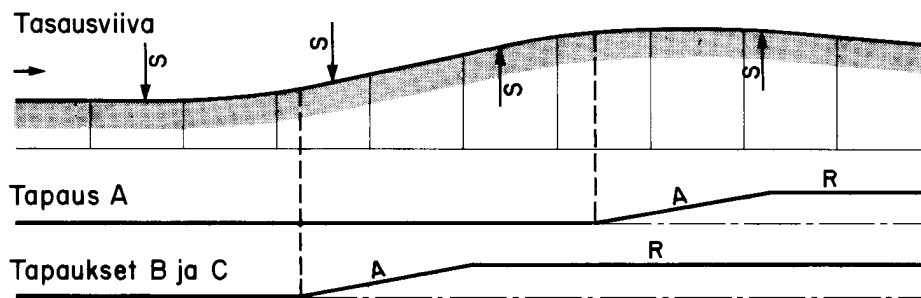
Kuva 5.20: Kaksiajorataisen tien keskikaistan leveyden muuttaminen.

Mikäli molemmille ajoradoille suunnitellaan omat tielinjansa, voidaan ajoratojen väli tarvittaessa selvittää laskemalla linjojen etäisyydet toisistaan. Mikäli tien molempia ajoratoja varten suunnitellaan yhteinen tielinja, voidaan keskikaistan leveyden muutokset tehdä samalla tavalla kuin ajoradan leveyden muutokset (luku 5.4.2).

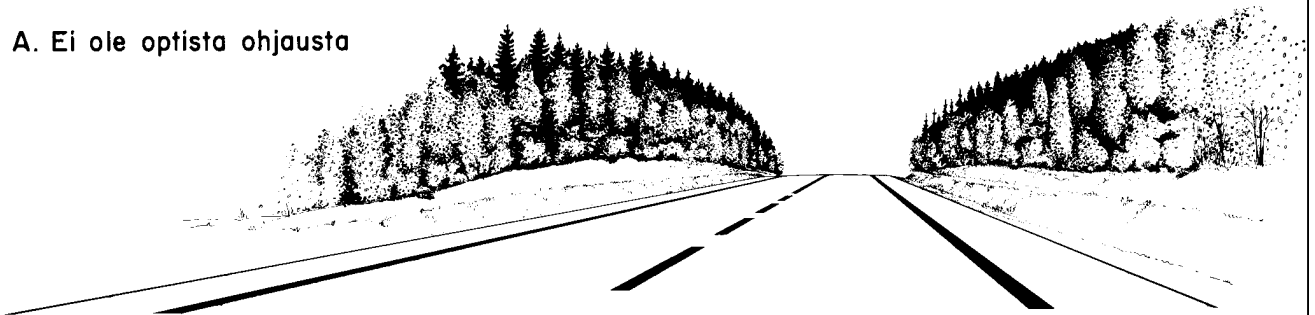
## 5.6 Optinen ohjaus ja joustavuus

Optisella ohjauksella tarkoitetaan sitä, että ajoneuvon kuljettaja voi joko tien geometrisen muodon, tiemerkkintöjen tai tieympäristön perusteella ennakoida tien kaarevuuden suunnassa tapahtuvia muutoksia. Optista ohjausta tarvitaan liikenneturvallisuuden vuoksi erityisesti pimeällä ja varsinkin ajonopeuksien ollessa korkeita.

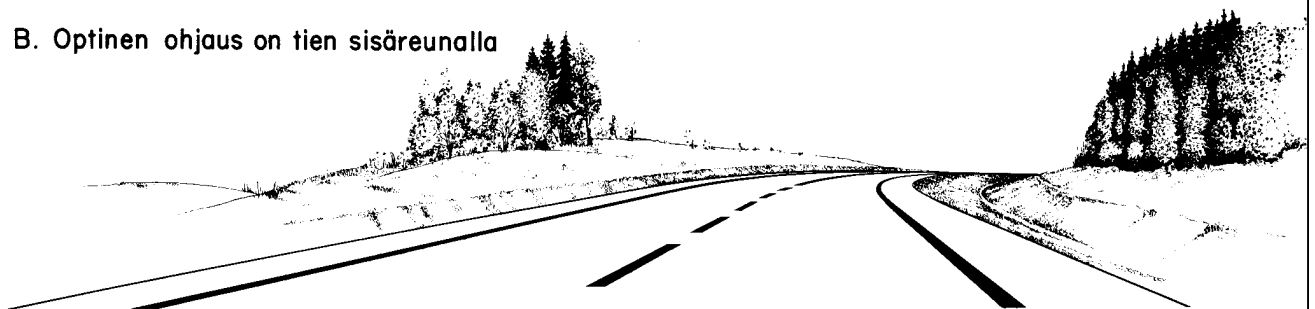
Optinen ohjaus tulee huomioida erityisesti taausviivan kuperan pyöristykseen kohdalla, missä tie katoaa näkyvistä suhteellisen lyhyen matkan päässä. Tällöin pyöristykseen alkupisteen jälkeen alkava tien suunnan muutos ei myöskään ole ennakolta havaittavissa (kuva 5.21 A). Kuperan pyöristys ja kaareva tielinja on pyrittävä suunnittelemaan kohdakkain ja siten, ettei kaarevuuden suunta muutu. Tien reuna ja reunaviiva antavat tällöin optisen ohjauksen (kuva 5.21 B), jota voidaan lisäksi tehostaa ulkokaarten puolella puin, istutuksin, reunapaaluin, leikkausluiskalla, kaiteella tai muilla ajoradan läheisyydessä olevilla rakenteilla (kuva 5.21 C).



A. Ei ole optista ohjausta



B. Optinen ohjaus on tien sisäreunalla



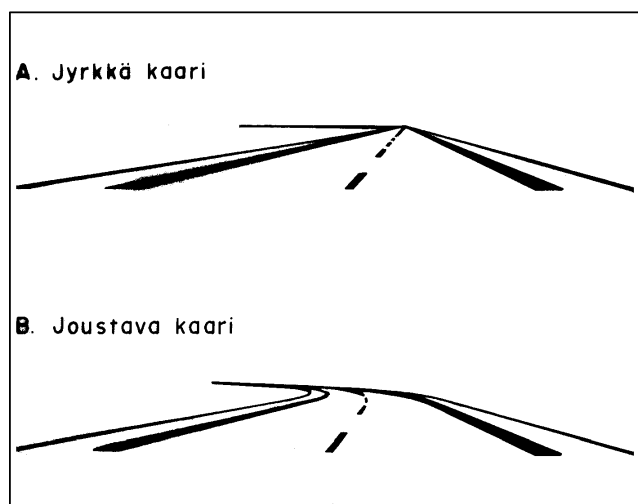
C. Optinen ohjaus on tien sisä- ja ulkoreunalla



Kuva 5.21: Optinen ohjaus tasausviivan kuperan pyöristyskaaren kohdalla.

Tien optinen joustavuus eli tien muodon joustavuus ja sujuvuus saavutetaan ottamalla suuntauksen suunnittelussa huomioon tien perspektiivinen lyheneminen. Tämän eli kahden pisteen välisen etäisyyden näennäisen lyhenemisen voimakkuus riippuu silmäpisteen ja tarkasteltavan kohteen välimatkasta sekä kohteen asennosta silmäpisteeseen nähden. Perspektiivinen lyheneminen on tien pituussuunnassa huomattavasti voimakkaampaa kuin sen poikkisuunnassa, koska tietä tarkkaillaan henkilöautosta vain 1.1 m:n korkeudelta tien pinnasta. Tielinjan kaarteet, tasausviivan pyöritykset sekä tielinjan käännepestet näyttävät siksi kuljettajasta jyrkemmiltä kuin ne todellisuudessa ovat.

Tien optisen joustavuuden saavuttamiseksi tulee tielinjan ja tasausviivan kaarien olla loivia ja riittävän pitkiä. Tielinjan kaarresäteiden on yksipuolisesti sivukallistetuissa kaarteissa oltava noin kaksinkertaisia ohjeellisiin 3 % minimiarvoihin nähden ja tasausviivan pyörityssäteiden vähintään ohjearvojen mukaisia. Lisäksi tulee noudattaa kaarien minimipituutta koskevia ohjeita sekä käyttää tielinjalla siirtymäkaaria. Erityisen tärkeää tämä on perspektiivisen lyhenemisen ollessa hyvin voimakasta kuten esim. kaarteiden sijaitessa pitkän suoran jatkeena.



Kuva 5.22: Optinen joustavuus ja kaarresäde.

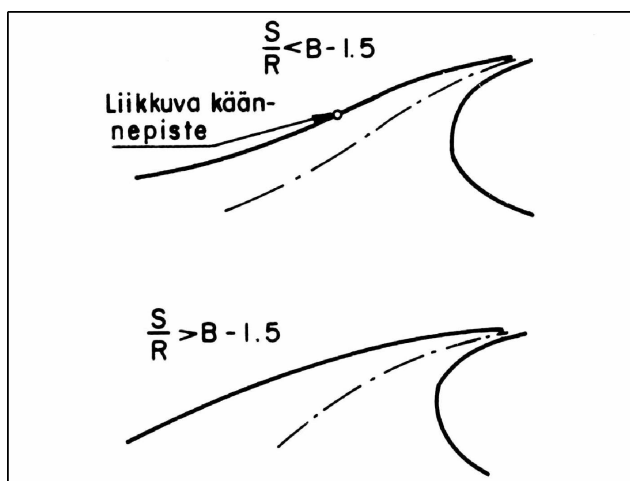
Perspektiivisen lyhenemisen johdosta saattaa muodostua ns. liikkuvia käännepestetä. Liikkuva käännepeste on tien reunalle muodostuva näennäinen tielinjan kaarevuuden suunnan muutoskohta (näennäinen käännepeste), joka näyttää liikkuvan ajoneuvon edellä. Näennäisiä käänne-

pisteitä saattaa muodostua joko yhdelle tai molemmille tien reunoille.

Liikkuvien käännepestetien muodostuminen voidaan välttää valitsemalla tielinjan kaarresäteiden kohdalla riittävän suuri pyörityssäde. Tien optista joustavuutta häiritsevät eniten suhteellisen lyhyen matkan päähän autosta muodostuvat liikkuvat käännepestet. Näitä ei synny ja ajoradan molemmat reunat näyttävät samaan suuntaan kaarevilta, kun kohdakkain sijaitsevat kaarre- ja pyörityssäteet täyttävät ehdon:

$$\frac{S}{R} \geq B - 1.5$$

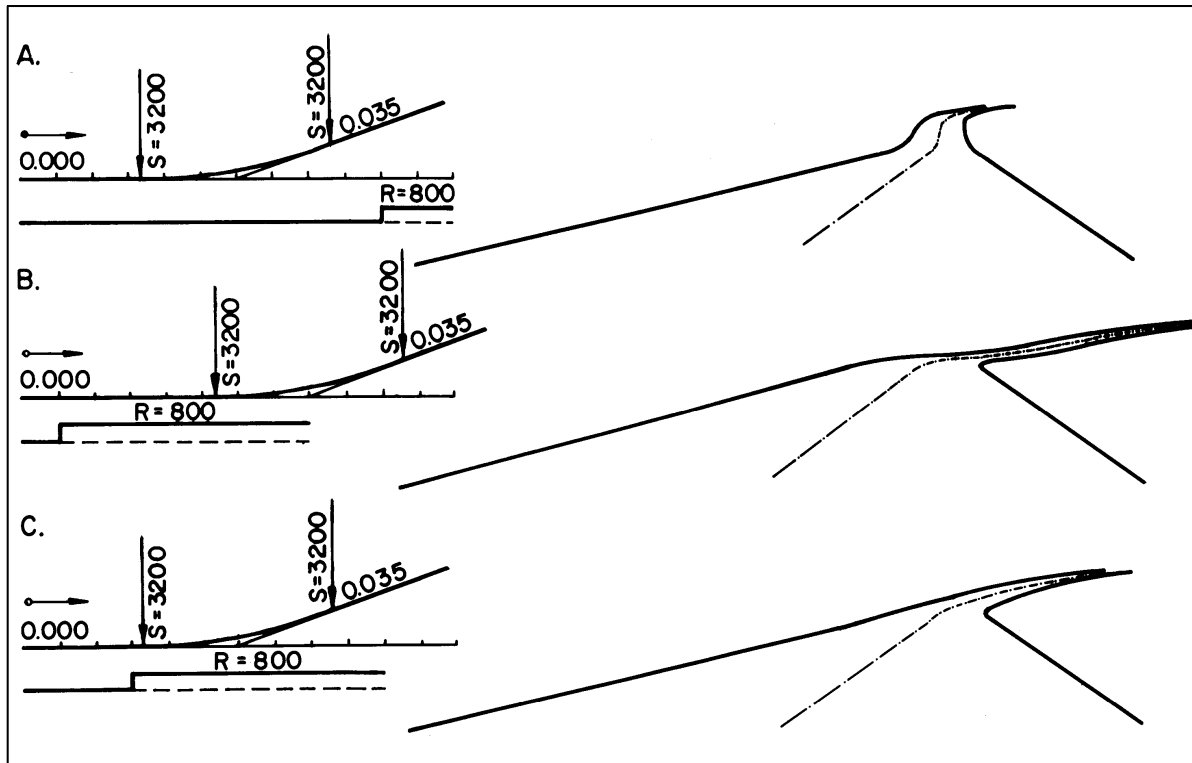
jossa S = pyörityskaaren säde (m)  
R = tielinjan kaarresäde (m)  
B = ajoradan leveys (m)



Kuva 5.23: Liikkuva käännepeste ja sen poistaminen.

Optisen joustavuuden kannalta tielinjan ja tasausviivan erikoispisteiden eli kaarien alkupisteiden ja todellisten käännepestetien tulisi yleensä sijaita kohdakkain ja tielinjan säteiden olla suuria. Tielinjan erikoispeste voi tien optisen joustavuuden kärsimättä sijaita myös tasausviivan pitkän koveran pyörityskaaren keskivaiheilla tai tasausviivan suoralla osalla kaukana tasausviivan erikoispisteestä. Erikoispisteiden keskinäisen sijainnin vaikutusta tien ulkonäköön havainnollistaa kuva 5.24. Tapauksissa A ja B on näennäisiä käännepestetä. Linjauksen ja tasauksen kaarien alkupisteiden sijaitessa kohdakkain (kuva 5.24 C) näkyy ainoastaan todellinen tielinjan kaarre.

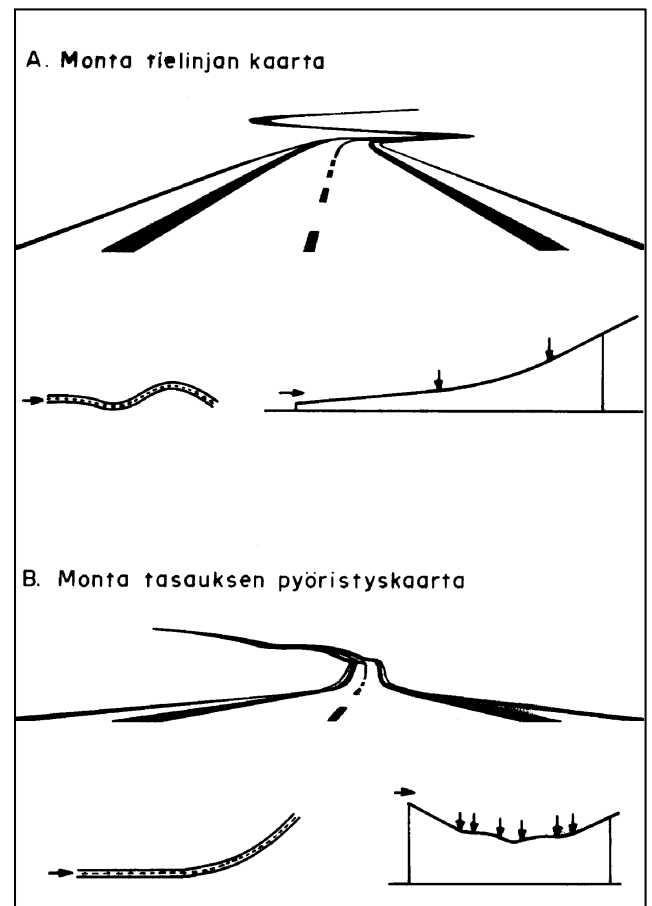




Kuva 5.24: Tielinjan ja tasausviivan erikoispisteiden sijainnin vaikutus optiseen joustavuuteen.

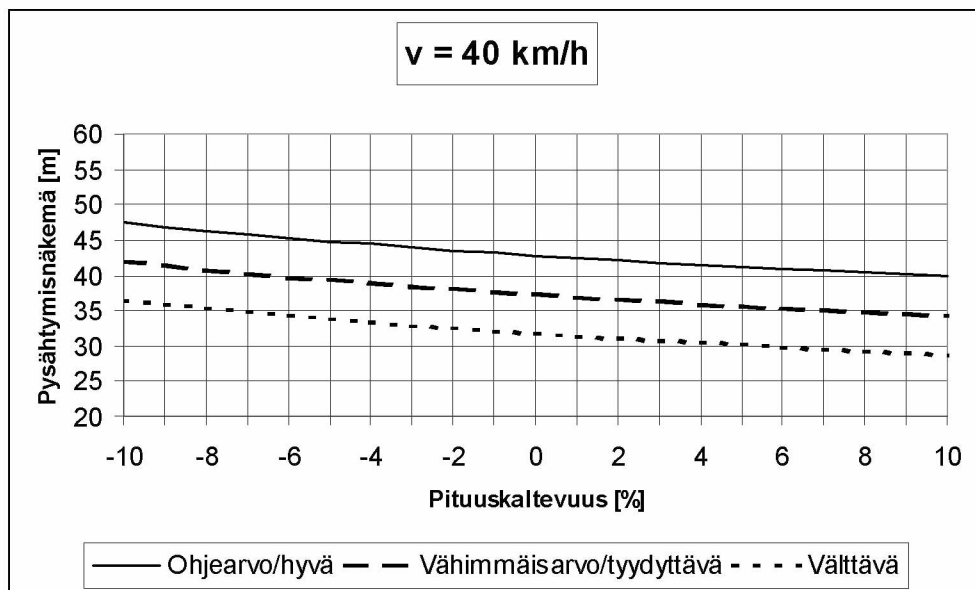
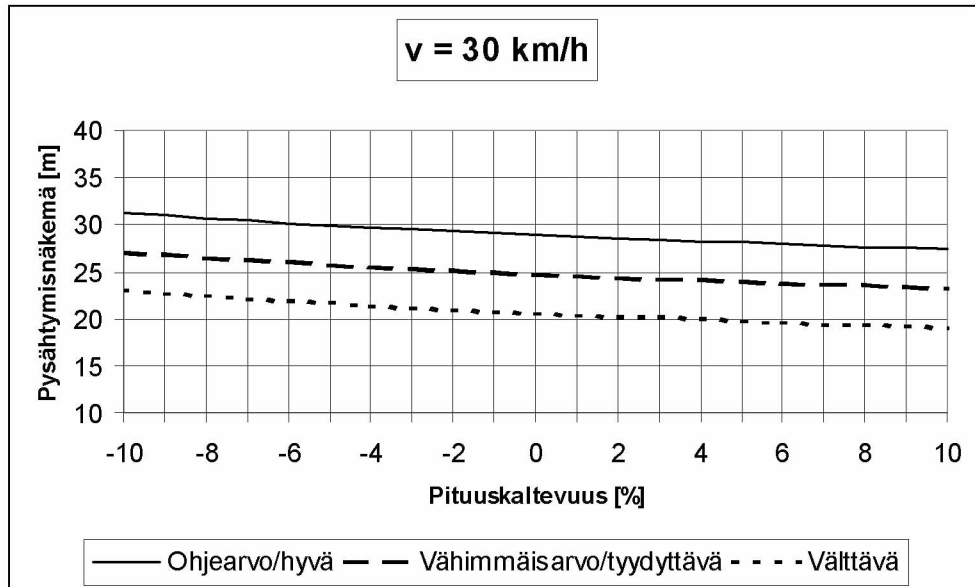
Tien optisen joustavuuden saavuttamiseksi ei kuljettajan näkökentässä saisi samanaikaisesti olla liian monta tielinjan ja tasausviivan kaarta. Tasauksen suunnittelussa tulee sen vuoksi välttää maaston korkeusvaihtelujen liian tarkkaa noudattamista. Tie tulee myös sovittaa maastoon niin, että sen jokaisessa kohdassa näkyy yhteensä korkeintaan kaksi tielinjan ja tasauksen kaarta kerrallaan.

Kuva 5.25: Kuljettajan näkökentässä ei samanaikaisesti saa olla liian monta tielinjan ja tasausviivan kaarta.





## MITOITUSPYSÄHTYMISMATKAT TIEN ERI PITUUSKALTEVUUKSILLA



$$L = t_r \times \frac{v_m}{3.6} + \frac{v_m^2}{254 \times (f_{jk} + s)}$$

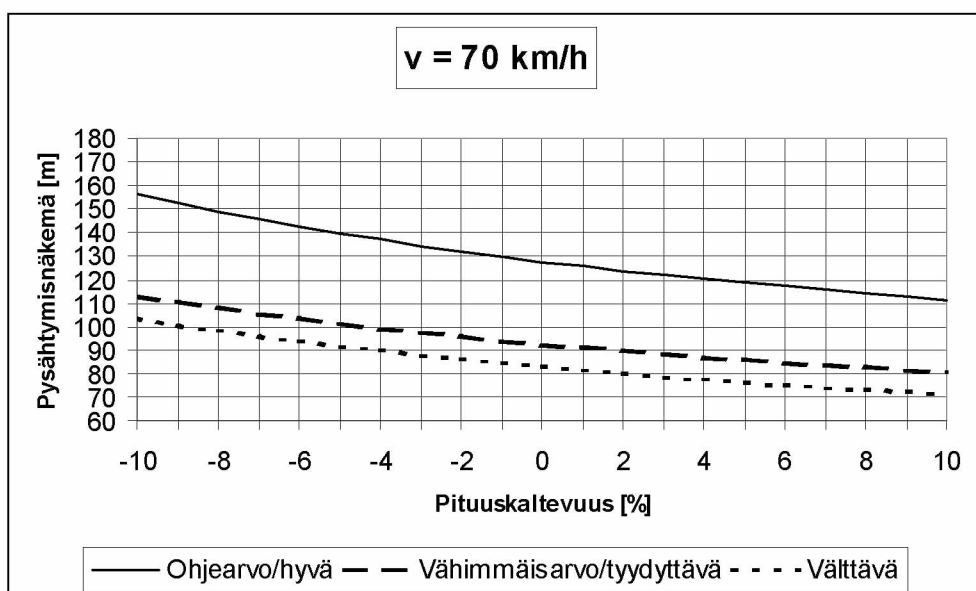
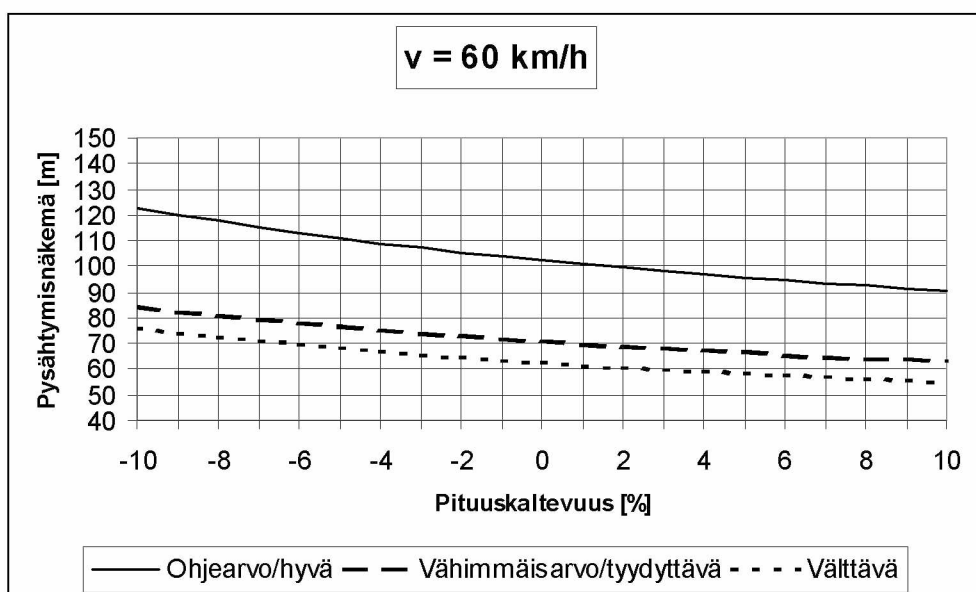
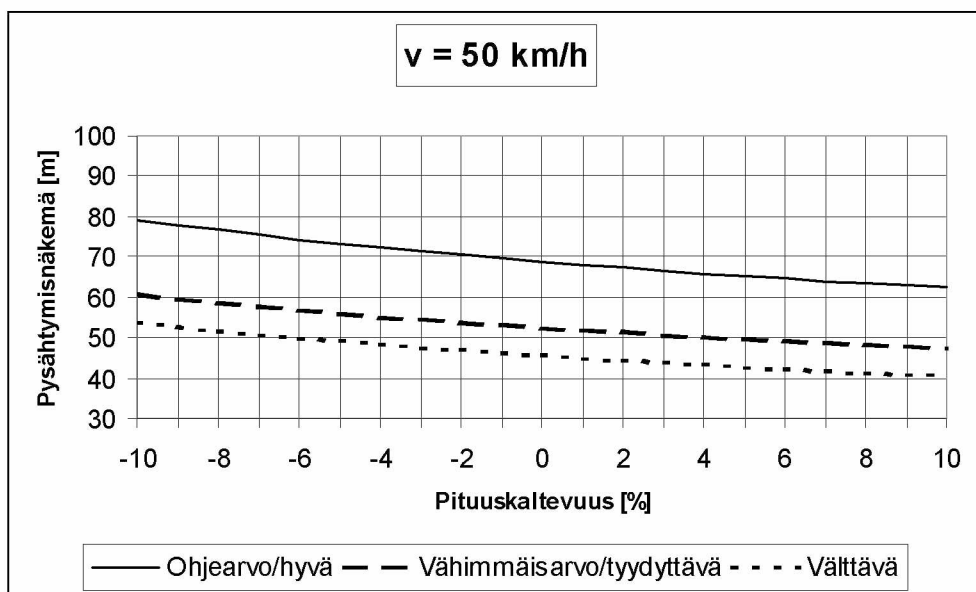
jossa L = pysähtymismatka (m)

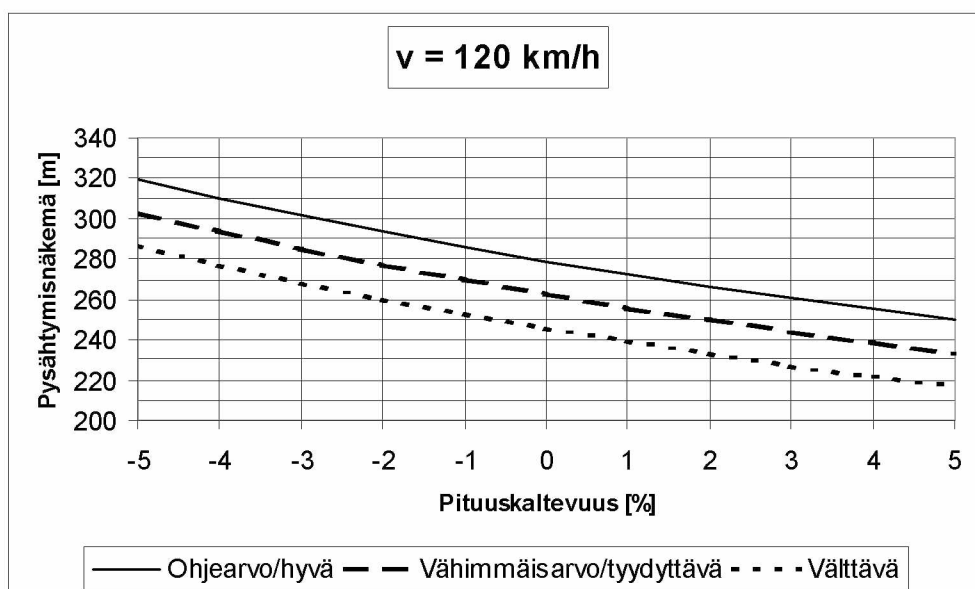
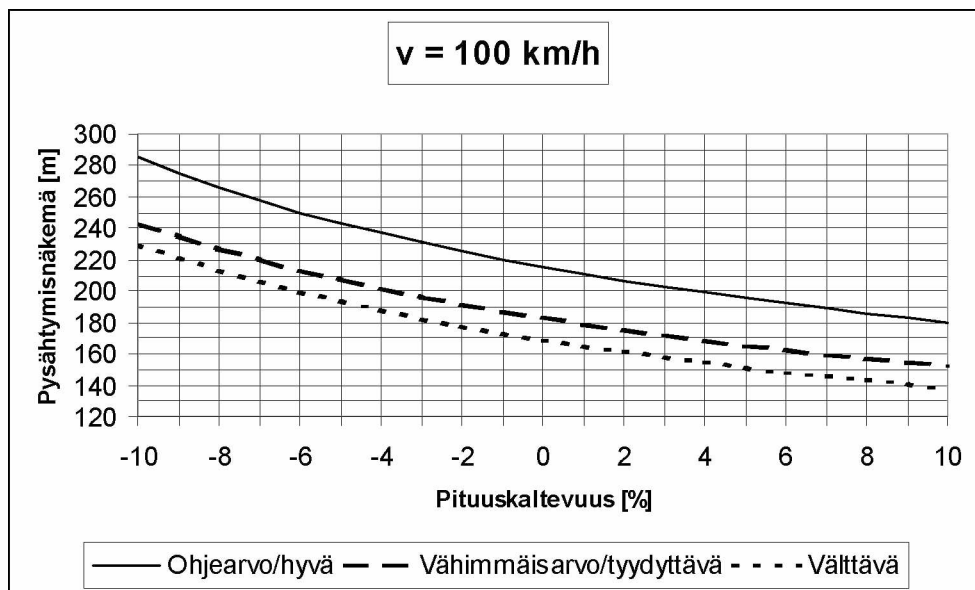
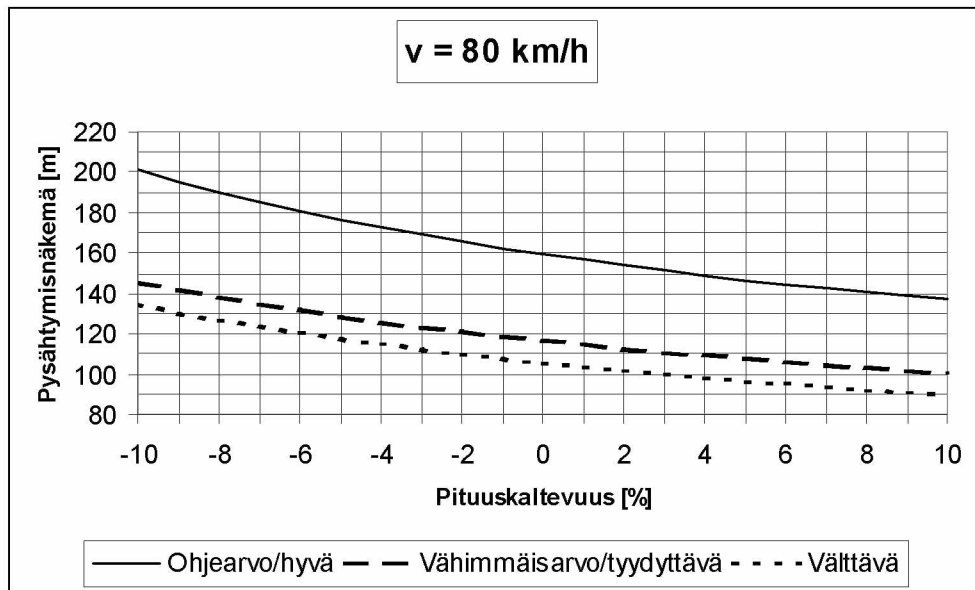
$t_r$  = reaktioaika (s)

$v_m$  = mitoitusnopeus (km/h)

$f_{jk}$  = keskimääräinen jarrutuskitkakerroin (-)

s = tien pituuskaltevuus (-); ylämäkeen positiivinen ja alamäkeen negatiivinen

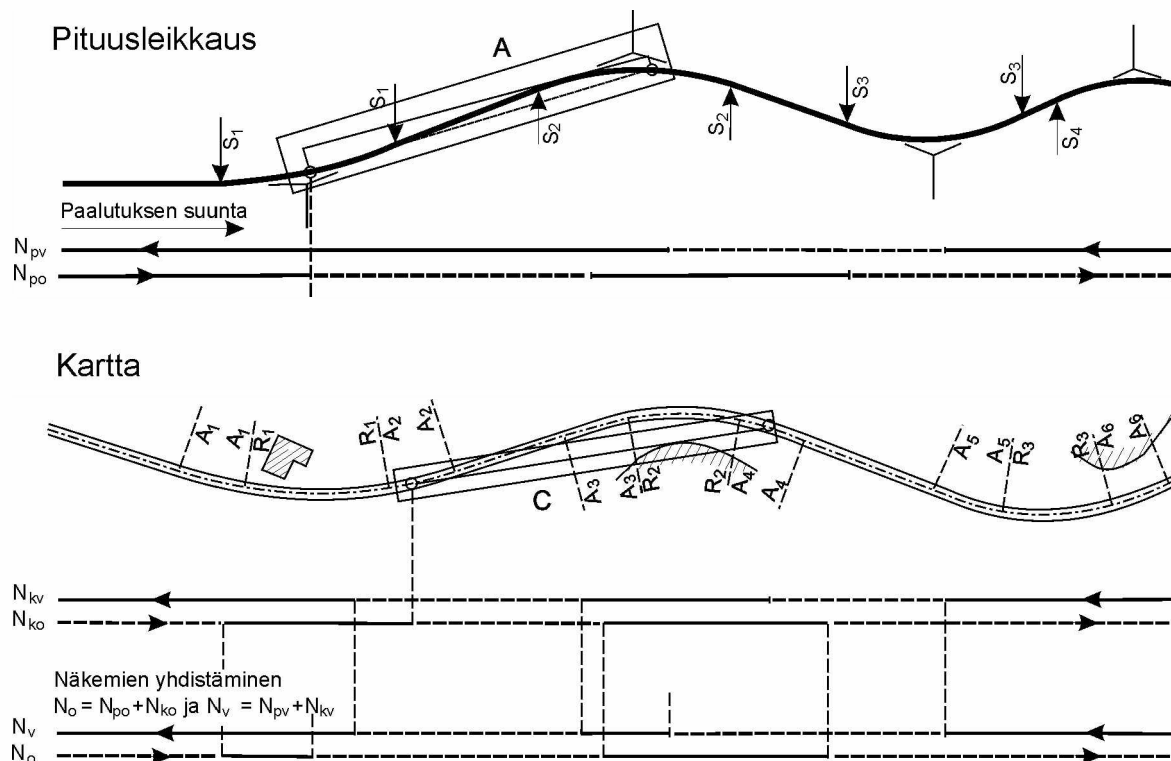






## NÄKEMIEN TOTEAMINEN

Tien näkemäolosuhteet voidaan pienissä suunnitteluhankkeissa ja tarkistustarpeissa todeta ja näkemäalueva-  
rausten tarve arvioida likimääräisesti esim. suunnitelmakartan ja tien pituusleikkauksen avulla.



### Näkemiä toteaminen

1. Piirretään läpiläkyvälle paperille tai viivoittimelle suunnittelu-  
nopeutta ja -luokkaa vastaavia ohitus- ja kohtaamismäkemiä  
kuvaavat kaaviot A, B, C ja D. Pysähtymismäkemiä  
pienistä kaareista tarkasteltavien varten piirretään  
kuten kaaviot C ja D.

2. Kaavioita A ja B käyttäen selvitetään pituusleikkauksesta  
miten tasausviivan kuperat taitteet rajoittavat näkemää.

$N_{po}$  = Pituusleikkauksesta määrätty näkemä ajettaessa  
paalutuksen suuntaan.

$N_{pv}$  = Pituusleikkauksesta määrätty näkemä ajettaessa  
paalutukseen nähden vastakkaiseen suuntaan.

3. Kaavioita C ja D käyttäen selvitetään miten tien varrella  
olevat näkemäesteet (esim. rakennus tai leikkausluiska)  
rajoittavat näkemää.

$N_{ko}$  = Kartan perusteella määrätty näkemä ajettaessa  
paalutuksen suuntaan.

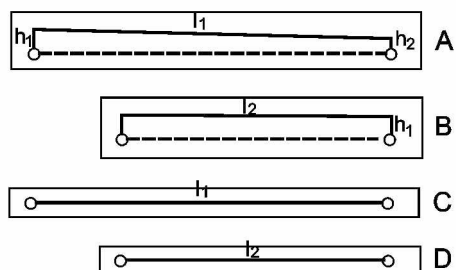
$N_{kv}$  = Kartan perusteella määrätty näkemä ajettaessa  
paalutukseen nähden vastakkaiseen suuntaan.

4. Pituusleikkauksen ja kartan perusteella saadut tulokset  
yhdistetään lyhimmän näkemän mukaan.

$N_o$  = Näkemä paalutuksen suuntaan ajettaessa.

$N_v$  = Näkemä paalutukseen nähden vastakkaiseen  
suuntaan ajettaessa.

### Kaaviot



$l_1$  = mitoitusohitusnäkemä

$l_2$  = mitoituskohtaamismäkemiä

$h_1$  = silmäpisteen ja ajoneuvon korkeus 1,1 m

$h_2$  = henkilöauton ajovalojen korkeus 0,6 m

### Näkemäolosuhteita osoittavat merkinnät

Vähintään mitoitusohitusnäkemä ———

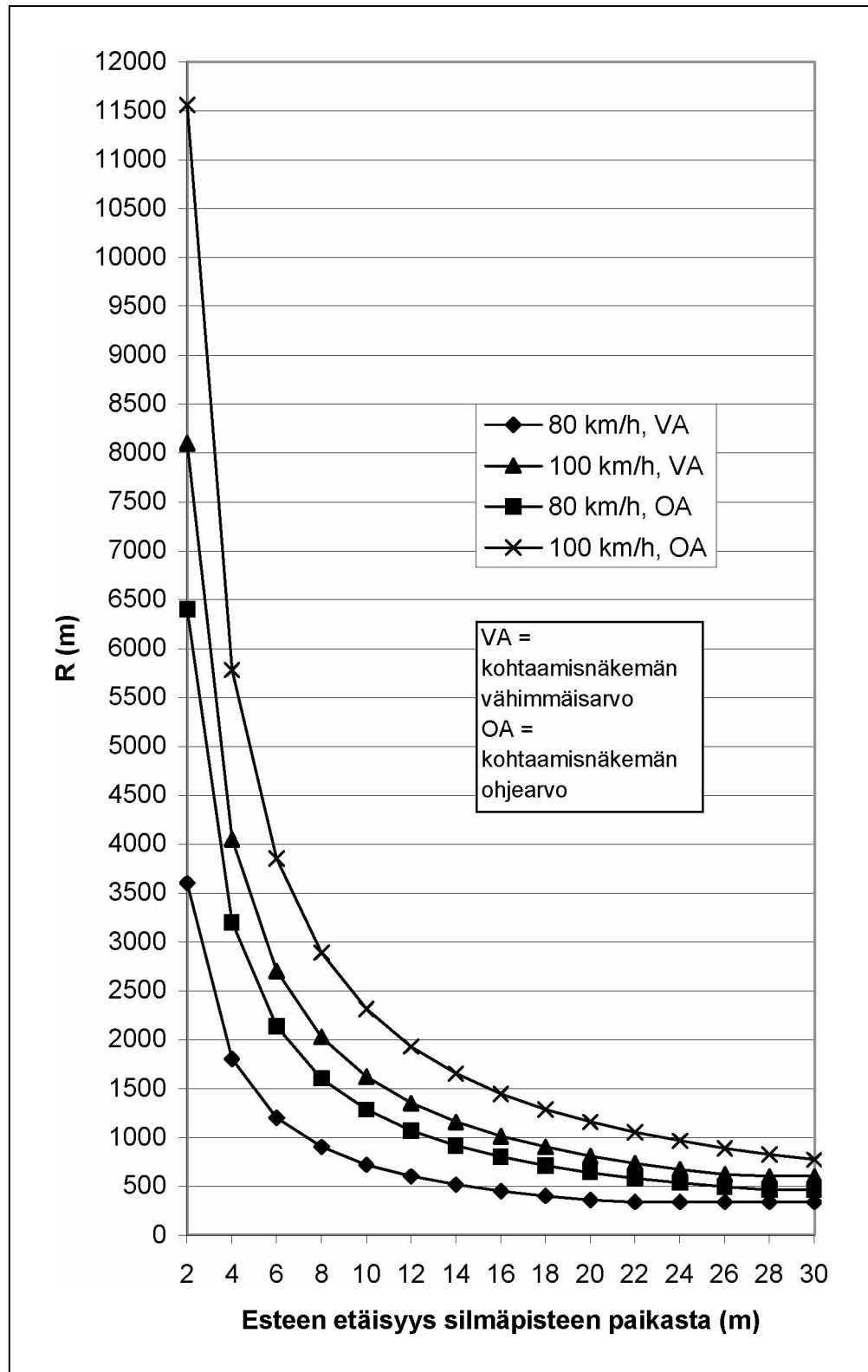
Vähintään mitoituskohtaamismäkemiä,  
mutta ei mitoitusohitusnäkemää - - - - -

Vähintään mitoituspysähtymismäkemiä,  
mutta ei mitoituskohtaamismäkemiä. —○—○—



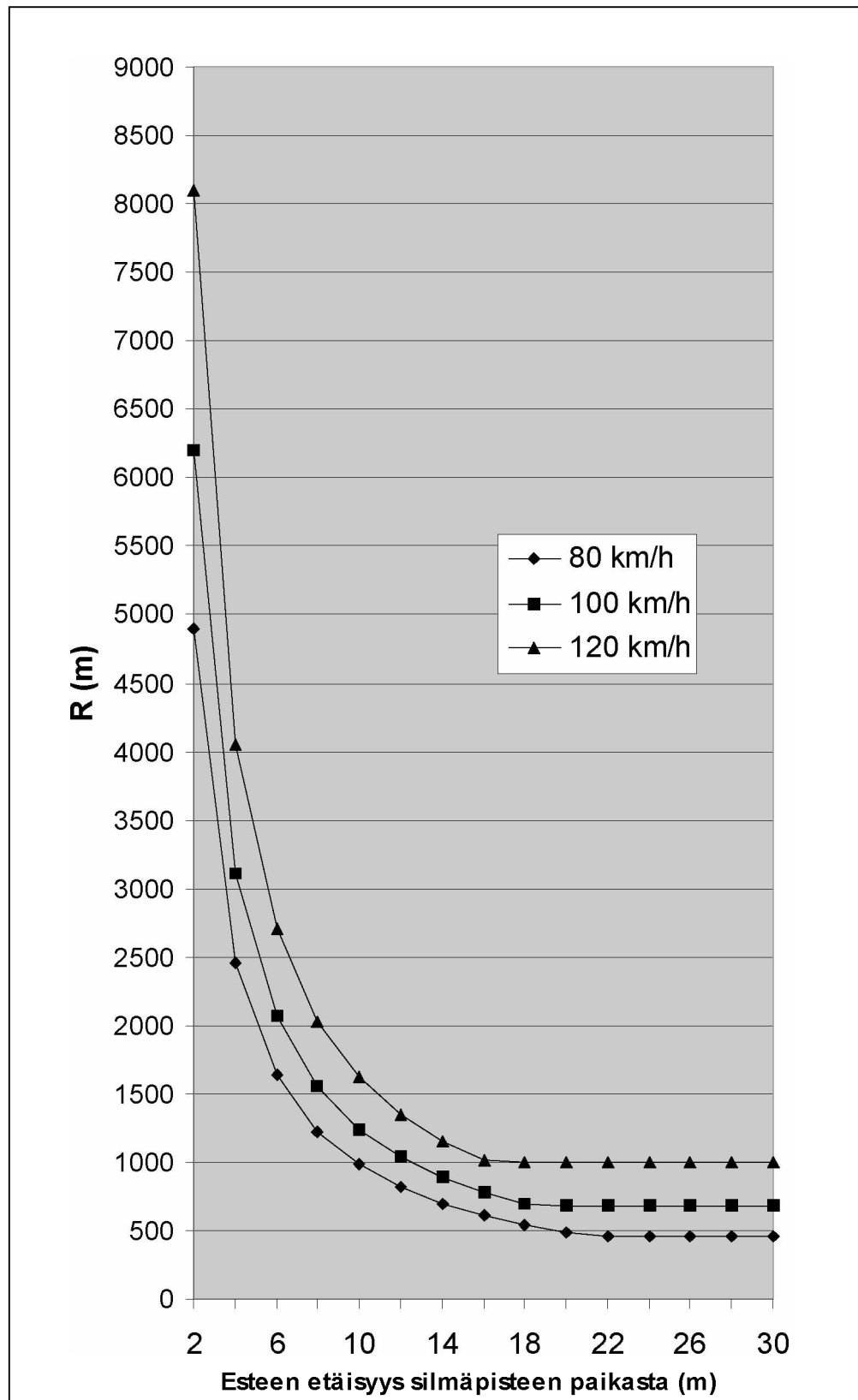


## KOHTAAMISNÄKEMÄN MUKAISET KAARRESÄTEET

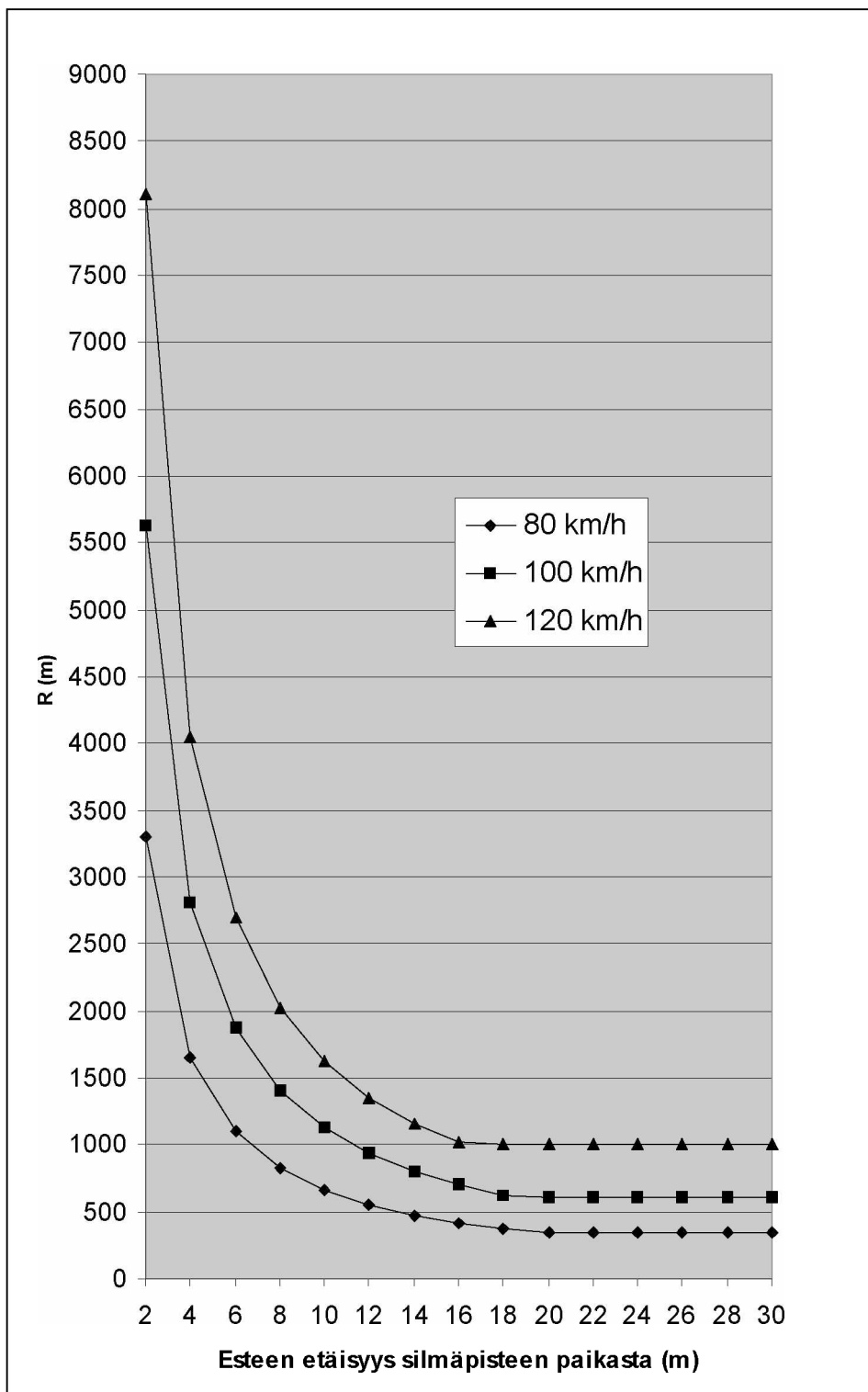




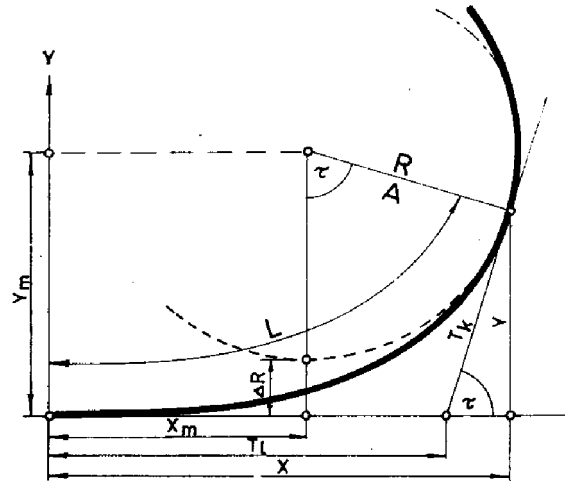
## PÄÄTÖKSENTEKONÄKEMÄN OHJEARVOJEN MUKAISET KAARRESÄTEET



## PÄÄTÖKSENTEKONÄKEMÄN VÄHIMMÄISRVOJEN MUKAISET KAARRESÄTEET



## KLOTOIDIN GEOMETRISET MITOITUSARVOT



- $R$  = ympyräkaaren säde
- $\Delta R$  = ympyräkaaren lyhin etäisyys klotoidin tangentista
- $\tau$  = klotoidin taitekulma
- $L$  = klotoidin pituus
- $X, Y$  = klotoidin ja ympyräkaaren päätepisteen koordinaatit
- $X_m, Y_m$  = ympyräkaaren keskipisteen koordinaatit
- $T_L$  = klotoidin pitkä tangentti
- $T_k$  = klotoidin lyhyt tangentti
- $A$  = klotoidin parametri

$$A^2 = R \times L$$

$$\tau[\text{rad}] = \frac{L}{2 \times R} \quad \tau[\text{gon}] = \frac{L}{2 \times R} \times \frac{200}{\pi} \text{ gon}$$

$$X = \int_0^L \cos \frac{L^2}{2A^2} dL \quad Y = \int_0^L \sin \frac{L^2}{2A^2} dL$$

$$X = L - \frac{L^5}{40A^4} + \frac{L^9}{3456A^8} - \frac{L^{13}}{599040A^{12}} + \dots \approx L$$

$$Y = \frac{L^3}{6A^2} - \frac{L^7}{336A^6} + \frac{L^{11}}{42240A^{10}} - \frac{L^{15}}{9676800A^{14}} + \dots \approx \frac{L^2}{6R}$$

$$\Delta R = \frac{L^3}{24A^2} - \frac{L^7}{2680A^6} + \frac{L^{11}}{506880A^{10}} - \frac{L^{15}}{154828800A^{14}} + \dots \approx \frac{L^2}{24R}$$





